STUDI SASSARESI

Sezione III 1955 Volume III

ANNALI DELLA FACOLTÀ DI AGRARIA DELL'UNIVERSITÀ DI SASSARI

ORGANO UFFICIALE
DELLA SOCIETÀ SASSARESE DI SCIENZE MEDICHE E NATURALI

GALLIZZI - SASSARI - 1955

St. Sass. III Agr.

STUDI SASSARESI

Sezione III 1955 Volume III

ANNALI DELLA FACOLTÀ DI AGRARIA DELL'UNIVERSITÀ DI SASSARI

ORGANO UFFICIALE
DELLA SOCIETÀ SASSARESE DI SCIENZE MEDICHE E NATURALI

GALLIZZI - SASSARI - 1955

Istituto di Patologia vegetale dell'Università di Sassari
(Direttore: Prof. OTTONE SERVAZZI)

Contributi alla patologia degli agrumi coltivati in Sardegna.
I
Ricerche sulle Phytophthorae agenti del « marciume bruno » degli agrumi in Sardegna (*).

ULISSE PROTA

In un precedente lavoro (P r o t a, 1954) ho pubblicato i primi risultati delle mie ricerche intorno agli agenti del « marciume pedale » degli agrumi in Sardegna, limitatamente ad un ceppo di *Phytophthora citrophthora* isolato da limone a Bosa. Con questo riferisco sulle ricerche effettuate in altre località agrumicole sarde, in particolare sulle alterazioni dei frutti note come « marciume bruno » o « allupatura ».

Mi son prefisso tale argomento poichè mancano per l'Isola, stando alla bibliografia, studi sistematici concreti sulle specie di *Phytophthora* parassite degli agrumi, ed anche per accertare se in Sardegna, come già in altre regioni d'Italia (V e r n e a u, 1954), siano presenti specie di *Phytophthora* diverse da *P. citrophthora* e *P. parasitica*, alle quali principalmente si attribuivano dagli AA. (P e t r i, 1924; B o s e l l i, 1951) le alterazioni suddette.

Per avere un orientamento sulla diffusione delle specie di *Phytophthora* responsabili del « marciume bruno » dei frutti, si è proceduto nei primi giorni del marzo 1954 ad una ricognizione in alcune delle località agrumicole più importanti, come Sarroch, Muravera, Capoterra, Domusnovas, Monastir, Villacidro, Decimomannu in provincia di Cagliari e Jerzu in provincia di Nuoro, raccogliendo frutti di limone (Tav. I, 2), arancio e mandarino, presentanti le alterazioni macroscopiche ed organolettiche caratteristiche del « marciume bruno ». La raccolta fu possibile in quanto in Sardegna, in generale, i frutti vengono lasciati sulla pianta per un periodo

(*) Si ringraziano: per i consigli e le indicazioni il Prof. F. Boselli, Direttore dell'Osservatorio di Fitopatologia per la Sardegna; i Dottori P. Pacifico e A. Marcellino per l'aiuto prestato ed i sigg. Stefano Manca di Vallermosa, Dott. Iosto Miglior, Cesare Luzzu-Puliga per la gentile ospitalità offerta durante la nostra indagine.

piuttosto lungo. In una sola località (Sarroch) venne riscontrato un attacco dei parassiti in istudio anche sul pedale di giovani piante di limone.

Tutto il materiale, trasportato in laboratorio, venne assoggettato prima ad un sommario esame macroscopico, quindi all'esame microscopico onde accertare la presenza di micelio fungino nei frutti. Quindi si procedette all'isolamento trasportando o un frammento di polpa dei singoli frutti, o i semi dei medesimi, in scatole Petri contenenti P.P.D. agar. Successivamente i ceppi vennero isolati in coltura pura asportando dalle prime colture tratti apicali di giovani ife che, ripiantate in nuovi tubi, costituirono le colture madri.

Alla fine delle suddette operazioni preparatorie erano stati isolati in totale 371 ceppi tra cui, oltre a ceppi di probabili *Phytophthorae,* altri appartenenti a specie fungine diverse ed a Schizomiceti.

E precisamente da materiale prelevato a:

a) Monastir, su 133 ceppi iniziali, n. 47 di probabili *Phytophthorae* (tutte da limoni); i rimanenti risultarono appartenere a varie Mucoracee, *Penicillium, Fusarium* e *Botrytis;*

b) Villacidro, su 95 ceppi iniziali, n. 38 di tipo ficomicetoide (8 dei quali da arancio, i rimanenti da limone) oltre a vari *Penicillium, Botrytis* ed a qualche Schizomicete;

c) Decimomannu, su 36 ceppi iniziali non si è avuto sviluppo di ficomiceti, ma esclusivamente di *Botrytis;*

d) Domusnovas, solo colonie batteriche;

e) Capoterra, solo *Penicillium* spp.;

f) Muravera, su 47 colonie, assenza di probabili *Phytophthorae;* n. 29 risultarono di *Botrytis* sp.;

g) Jerzu, su 20 colture, ottenute da frutti di arancio, sviluppo esclusivo di *Botrytis.*

In sostanza su 371 ceppi iniziali si ottennero 87 probabili *Phytophthorae,* mentre i rimanenti 284 ceppi erano costituiti da funghi diversi come *Penicillium, Botrytis, Fusarium,* Mucoracee e da vari Schizomiceti.

Con una certa frequenza si è riscontrata la presenza di una *Botrytis* allogata soprattutto sui semi; per cui, nonostante i frutti presentassero caratteri alterativi macroscopici somigliantissimi a quelli causati dalle *Phytophthorae,* è legittimo supporre che tale alterazione fosse provocata direttamente dalla *Botrytis* in parola ([1]).

([1]) Per questa *Botrytis* v. Marcellino A.: Intorno al marciume dei frutti di arancio, limone e mandarino causato da *Botrytis cinerea* Pers. In questa rivista pp. 13-32.

Le 87 colture riferibili a probabili *Phytophthorae,* vennero successivamente assoggettate ad alcuni saggi preliminari e principalmente a coltura su avena-agar, onde sollecitare la formazione di organi di moltiplicazione che permettessero la definizione della loro posizione sistematica. Le osservazioni microscopiche delle nuove colonie rivelarono la presenza di conidiangi tipici del gen. *Phytophthora.*

L'identificazione specifica consistette, secondo il criterio adottato dal L e o n i a n (1934), nella coltivazione degli isolati su determinati substrati e soluzioni nutritive standardizzati, nel verificare la vitalità delle colonie a temperature differenti e a diverse concentrazioni di verde malachite, nel constatare la presenza o meno di organi di fruttificazione e di riproduzione. Per l'identificazione delle *Phytophthorae* esiste, oltre al metodo dettato dal L e o n i a n (l.c.) quello del T u c k e r (1930) basato tanto sui caratteri colturali quanto sulla patogenicità degli isolati, ma che conduce infine allo stesso risultato. Ho usato il primo metodo per comodità di esperienza e per avere un confronto con le mie precedenti ricerche (P r o t a l. c.).

Effettuate le prove previste dallo schema analitico gli isolati vennero raggruppati, in base alle loro caratteristiche, in due serie, la prima costituita da 86 ceppi e la seconda comprendente un solo ceppo (isolato da limone raccolto nella zona di Villacidro). Riferisco per ora solo intorno ai caratteri morfologici e biologici della prima serie, mentre rimando ad un prossimo lavoro la trattazione dell'ultimo ceppo che presenta anormalità di sviluppo tali da richiedere ulteriori ricerche [2].

Le prove vennero confrontate ogni volta con analoghe prove eseguite su colture di *P. hibernalis, P. syringae* e *P. citrophthora* [3].

CARATTERI MORFOLOGICI DELLE COLTURE

Prove di temperatura. — Tutti i ceppi coltivati su estratto di lievito - estr. di malto - agar in scatole Petri, si svilupparono alle temperature di

(2) Dalle prime osservazioni è risultato che il suddetto ceppo possiede caratteri morfo-fisiologici diversi da quelli della serie descritta. Infatti, tra l'altro, si distingue dalla medesima sia per la forma dei conidiangi, sempre con papilla prominente, sia per il comportamento alla temperatura, vegetando bene anche a graduazioni superiori i 27° C.

(3) Si vollero confrontare i ceppi isolati con colture delle suddette specie in quanto anche queste possono causare l'allupatura degli agrumi. Le colture *test* mi son state gentilmente inviate dal dott. A. Graniti dell'Istituto di Patologia vegetale dell'Università di Catania, che ringrazio.

10°, 15° e 20° C, dando origine ad un micelio strisciante sottile, ialino, ma non si svilupparono a 27° C. Infatti trasportando da una doppia serie di isolati, già vegetanti a 20°, una metà in termostato a 27° si ebbe in questi l'arresto dello sviluppo, mentre l'altra metà lasciata a 20° continuò a svilupparsi.

SVILUPPO DELLE COLONIE IN mm. SU LEONIAN-AGAR
(dal 3° giorno di inoculo)

°C \ Giorni	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
10°	7	8	11	13	16	19	21	24	26	28	30	32
15°	9	13	16	21	24	27	30	33	37	38	40	43
20°	10	14	18	22	26	31	36	41	45	49	53	60
27°	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Con la prima serie di colture (non sviluppate a 27°), si effettuò una prova supplementare, preconizzata dal Verneau (l. c.), allo scopo di controllare lo stato di vitalità delle colonie. Secondo il Verneau nelle colonie apparentemente uccise a 27°, nella zona circostante il punto d'inoculo, si formano clamidoconidi vitali, ossia capaci di dar luogo ad ulteriore sviluppo. A 27° rimarrebbero uccise solo le ife ed i conidiangi ma non i clamidoconidi e le oospore. Le prove istituite prelevando frammenti micelici, sia dalla zona centrale vicino il punto d'inoculo, quanto dalla parte periferica della colonia, dopo 12 giorni di permanenza delle colture a 20°, dettero esito negativo. Identico comportamento si ebbe a registrare nelle colture *test* di *P. hibernalis* e *P. syringae*.

L'esame microscopico dei frammenti d'inoculo usati nella prova descritta non rilevava la presenza nè di clamidoconidi nè di oospore, per cui sono portato a ritenere, stando alle affermazoni del Verneau, che la mancanza di questi organi sia la causa della mancata ripresa vegetativa. Bisogna però tener presente che nelle mie esperienze, in contrasto con quanto rilevato dal citato Autore, si è verificata la costante mancanza di organi sessuali su estr. di malto - estr. di lievito - agar. D'altra parte il Leonian nella sua monografia (l. c.) non rileva questo fatto, limitandosi a considerare il comportamento alla temp. di 27° ed ascrivendo pertanto alle specie *P. hibernalis* e *P. syringae* quegli isolati che, allevati sul

predetto substrato, dopo una esposizione di 6 giorni alla temp. di 27° e portati successivamente a 20°, non davano alcun segno di vita; mentre ascrive a *P. porri* quelle colonie che, contrariamente alle precedenti, nelle stesse condizioni di esperienza, riprendono a vegetare. Ho cioè seguito alla lettera il criterio di classificazione del Leonian, nonostante che lo stesso A. ammetta la possibilità che *P. hibernalis, P. syringae* siano fuse con *P. porri* quando di esse si conoscerà meglio la biologia.

COLTURE SU BRODO DI PISELLI TRASFERITE IN ACQUA DISTILLATA

a) *Ceppi in istudio.* — Tutti i ceppi considerati presentarono all'osservazione microscopica caratteristiche pressochè identiche. Le ife erano prive di setti, di dimensioni variabili fra i 5 e gli 8 μ, ricche di contenuto citoplasmatico che spesso, specialmente nelle colture più vecchie, si raggrumava al centro lasciando degli spazi (vacuoli) di dimensioni ragguardevoli. Alle volte le ife apparivano svuotate del loro contenuto e settate. Di andamento in genere regolare esse talvolta erano molto ramificate, con ramificazioni corte e digitiformi (Tav. I, 8), altre volte riunite a formare dei pennelli (Tav. I, 10). Si notavano spesso dei rigonfiamenti apicali ed intercalari (Tav. I, 4) alle ife, a volte danti origine ad altri rigonfiamenti riferibili, molto probabilmente, a quelle formazioni che la Blackwell (1949) chiama *hyphal swellings*. La forma di questi rigonfiamenti era molto varia, ma più spesso rotondeggiante e più o meno allungata. La loro dimensione variava intorno i 20 μ. Ritengo di dover riferire ad *hyphal swellings* anche certi altri rigonfiamenti intercalari che si presentavano germinanti per numerosissimi tubuli e che ad un'osservazione superficiale facevano pensare a dei clamidoconidi. Ma l'assenza di setti divisori tra i rigonfiamenti stessi e le rispettive ife portanti e la mancanza nelle prime di una doppia membrana, farebbe escludere che si tratti di clamidoconidi.

I conidiangi si formarono numerosissimi nella maggior parte dei ceppi. Essi presentavano una spiccata variabilità di forma e dimensione non solo in relazione ai ceppi, ma anche in seno a ciascuno di questi. La forma predominante era quella ovoidale tendente alla limoniforme con papilla apicale depressa (fig. I, 5) e falso pedicello basale; le dimensioni variavano da un *max.* di 70 x 44 ed un *min.* 36 x 22 μ, con una media di 47 x 32 μ. Forme varianti erano: la subrotonda, con dimensioni medie di 53 x 38 μ; l'allungata (fig. I, 2), con dimensioni maggiori (76 x 37 e 63 x 32 μ); la fusiforme (fig. I, 1) (72 x 37 μ). Altri tipi di conidiangi anormali vennero riscontrati in alcuni ceppi; tra i più caratteristici si ricordano: conidiangi

molto allungati nella parte anteriore in modo da assumere una forma a peperoncino (fig. I, 3), con dimensioni generali variabili tra 61-64 x 29-34 μ; conidiangi lunghi e ricurvi enormi, varianti tra 158-170 μ di lunghezza e 27 μ di larghezza se apicali; lunghi a volte fino a 260 μ se intercalari (Tav. I, 5). In alcuni ceppi si notarono altre anormalità specie riguardo il punto di attacco del conidiangio al conidiangioforo. Quest'ultimo a volte non era in posizione normale, ma si inseriva al conidiangio lateralmente

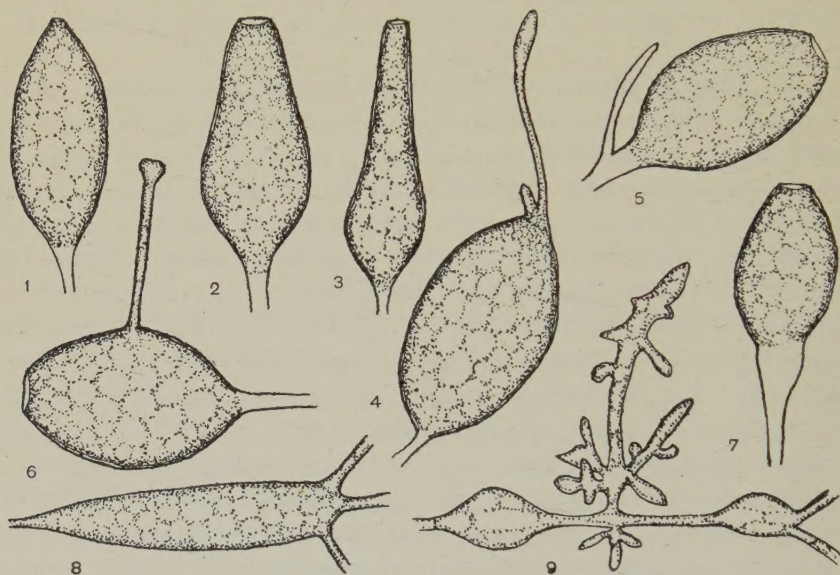



Fig. I - *Phytophthora syringae* Kleb. in coltura. Spiegazione nel testo. Ingr. circa 450 x.

(Tav. I, 6); altre volte, pur mantenendo la propria posizione, si slargava ad imbuto prima di dar origine al conidiangio stesso (fig. I, 7). Si notò pure la presenza di conidiangi composti rotondeggianti (Tav. I, 7) o allungati (Tav. I, 9) disposti in lunghe catene variamente ramificate, nonchè di conidiangi semplici intercalari. I conidiangi erano sostenuti da rami conidiangiofori sempre lunghissimi, a volte superiori ai 400 μ, semplici e portanti un solo conidiangio; oppure da ramificazioni simpodiali semplici e portanti più conidiangi (Tav. I, 1 e 3). Non si notò la presenza di organi sessuali nè, come accennato, di clamidoconidi.

Una seconda serie di preparati venne allestita con le medesime colture alla distanza di un mese, per un confronto con le osservazioni precedenti.

Non si notarono grandi differenze: le ife si presentavano con la stessa forma e dimensioni precedentemente descritte, ma in genere svuotate. I conidiangi, sempre abbastanza numerosi, erano in genere svuotati e spesso germinanti. Da notare a tale proposito che in nessuna coltura si riscontrarono conidiangi in clivaggio con planoconidi, ma sempre conidiangi germinanti direttamente a mezzo di un tubulo emesso o apicalmente in prossimità della papilla o lateralmente (fig. I, 4 e 6). Anche in questa serie di osservazioni non si riscontrarono organi sessuali differenziati.

b) *Colture test.*

P. syringae. — Ife regolari, variabili in lunghezza da 4 a 8 μ, ricche di citoplasma; presenza di qualche rigonfiamento ifale e di ife a pennello. Abbondante produzione di conidiangi ovoidali-limoniformi con papilla depressa, dimensioni comprese tra i 42-45 x 30-32 μ; conidiangiofori lunghi e sottili (diam. circa 1,3 μ). Presenza di qualche conidiangio composto di 2-3 elementi. Assenza di organi sessuali, anche nella seconda serie di osservazioni.

P. hibernalis. — Ife normalmente ad andamento regolare, meno ramificate che nella specie precedente, larghe circa 5 μ; a volte a pennello. Conidiangi ovoidali-allungati di dimensioni variabili intorno ai 45 x 20 μ. Conidiangiofori sempre lunghi. Solo nella seconda serie di osservazioni si rilevò la presenza di oospore (dimensioni medie sui 32 μ), di anteridi persistenti (dimensioni intorno ai 12 μ) e di conidiangi in clivaggio. Si notò altresì qualche oospora immatura.

P. citrophthora. — Ife regolari di dimensioni intorno ai 4-5 μ salvo alcuni casi in cui si notano degli ingrossamenti. Abbondante produzione di conidiangi papillati di dimensioni varie, ma raggruppabili in due tipi fondamentali: il primo regolare, limoniforme della dimensione media di 40 x 27, il secondo con la parte anteriore piuttosto allungata e di dimensioni intorno ai 50 x 30 μ. Papilla sempre evidente, lunga circa 3 μ. Conidiangiofori lunghissimi sino oltre 200 μ. Presenza di rigonfiamenti apicali ed intercalari alle ife (*hyphal swellings*). Attacco del conidiangioforo a volte spostato lateralmente. Assenza di organi sessuali e di clamidoconidi.

COLTURE SU FARINA DI AVENA-AGAR.

a) *Ceppi in istudio.* — L'osservazione microscopica rilevò la presenza nella quasi totalità delle colture di questo gruppo, di ife oltremodo ramificate, ad andamento quasi ameboide non uniforme e, a volte, slargate a

formare dei pennelli; ricche, soprattutto da giovani, di contenuto citoplasmatico, che spesso si riuniva in granuli di diverse dimensioni lungo la parte mediana dell'ifa. Molto probabilmente la diversità di costituzione tra queste ife e quelle precedentemente descritte, si deve al fatto che su avena-agar il fungo si accresce rimanendo preferibilmente immerso o strisciante sul substrato, cosa già messo in evidenza dal Leonian (l. c.) a proposito della *P. faberi* (fig. I, 9). Presenza di *hyphal swellings* in rilevante quantità. Raramente presenti conidiangi isolati, che presentano la stessa forma e dimensioni di quelli descritti in precedenza. Numerosissimi, invece, i conidiangi composti, costituiti da diversi elementi e disposti in catene lunghissime. La forma prevalente era quella ovoidale, ma spesso si riscontravano conidiangi subrotondi o variamente allungati e ramificati. Non si notarono organi sessuali differenziati.

b) *Colture test.*

P. syringae. — Ife ad andamento abbastanza regolare, ma di dimensioni non uniformi; esse si presentano piuttosto ramificate. Presenza di rigonfiamenti intercalari ed apicali, alcuni dei quali fortemente ramificati. Assenza di conidiangi semplici; numerosi quelli composti, in catene allungate con elementi rotondi, allungati o piriformi.

P. hibernalis. — Ife regolari di dimensioni varianti tra i 3 ed i 5 μ, con qualche raro rigonfiamento. Rari i conidiangi. Presenza di oogoni (diam. variabile tra i 30 ed i 43 μ) e di anteridi amfigini o paragini (diam. intorno ai 10-11 μ). Oospore in vario stadio di maturazione, sempre con anteridio persistente, di dimensioni comprese tra i 25 ed i 34 μ e cioè più piccole degli oogoni.

P. citrophthora. — Ife di dimensioni variabili intorno ad una media di 5 μ, in genere abbastanza regolari, a volte bitorzolute, con ramificazioni corte. Presenza di rigonfiamenti a membrana sottile, ricchi di citoplasma, portati in genere apicalmente. Conidiangi molto rari, a papilla apicale prominente, dimensioni intorno ad una media di 37 x 28 μ; conidiangiofori lunghissimi e sottili.

COLTURE A DIVERSE CONCENTRAZIONI DI VERDE MALACHITE

Le prove, effettuate alle diluizioni di 1/4.000.000, 1/8.000.000 e 1/12.000.000, fornirono i seguenti risultati:

1) le colture della serie in studio non si sviluppano, salvo rare eccezioni nelle soluzioni contenenti verde malachite alla concentrazione di 1/4 milioni;

2) un lievissimo sviluppo, sebbene non uniforme, si osserva in alcuni ceppi alle concentrazioni di 1/8.000.000 e 1/12.000.000;

3) tra le colture *test, P. syringae* e *P. hibernalis* non si svilupparono a nessuna concentrazione, salvo un isolamento di *P. hibernalis* che accennava ad un lieve accrescimento. *P. citrophthora* si sviluppò invece a tutte le concentrazioni provate.

CONCLUSIONI

Sulla base dei caratteri morfologici osservati, seguendo il procedimento analitico di Leonian, e tenuto conto della buona vegetazione a 20°; del mancato sviluppo a 27° e della morte delle colonie dopo un'esposizione di 6 giorni alla suddetta temperatura; della produzione di conidiangi su farina di avena-agar e in acqua distillata dopo il trasferimento delle colonie da brodo di piselli; dell'assenza di organi sessuali differenziati sui detti substrati, sono portato ad assegnare le *Phytophthorae* in esame alla specie *Phytophthora syringae* Kleb. Peraltro non v'è dubbio che la serie sia costituita da ceppi tra loro differenziati morfologicamente.

RIASSUNTO

Si riferiscono i risultati di un'indagine, condotta in diverse località agrumicole sarde, tendente a rilevare la diffusione del « marciume bruno » dei frutti e le cause dell'alterazione, con particolare riguardo all'azione delle specie di *Phytophthora*.

Da frutti di limone, arancio, vennero isolati dei ceppi che, in seguito ad esame morfo-fisiologico delle colture secondo lo schema analitico di Leonian, risultarono essere di *Phytophthora syringae* Kleb.

Si rilevò altresì la presenza di alterazioni dei frutti, sintomatologicamente simili alle precedenti, ma determinante da *Botrytis* sp.

BIBLIOGRAFIA

BLACKWELL E., 1949. — Terminology in *Phytophthora*. *Mycological papers* n. 30.

BOSELLI F., 1951. — Situazione fitopatologica della Sardegna nel 1951. *Ortofrutticoltura in Sardegna,* Stab. Tip. Soc. Editoriale Italiana, Cagliari, pp. 67-87.

LEONIAN L. H., 1934. — Identification in *Phytophthora* species. Estr. *Agric. Exp. Sta. West Virginia Bull.* 262.

PETRI L., 1924. — Stato attuale di alcuni problemi di fitopatologia. *Confer. XVIII Congr. d. Catt. Ambul. Ital.* Roma 10-5-1924, pp. 16 (RAM 4, 45).

PROTA U., 1954. — Prime ricerche sul marciume pedale degli agrumi in Sardegna. *Studi Sassaresi, sez. III Agr.,* II, pp. 3-22.

TUCKER C. M., 1931. — Taxonomy of the genus *Phytophthora* De Bary. Estr. *Agric. Exp. Sta. Missouri* Bull. 153.

VERNEAU R., 1954. — Le *Phytophthora* parassite degli agrumi nella Campania. Nota 1. — Specie osservate sui frutti. *Ann. Sperim. Agr.,* n. s. VIII, 1, pp. 133-162.

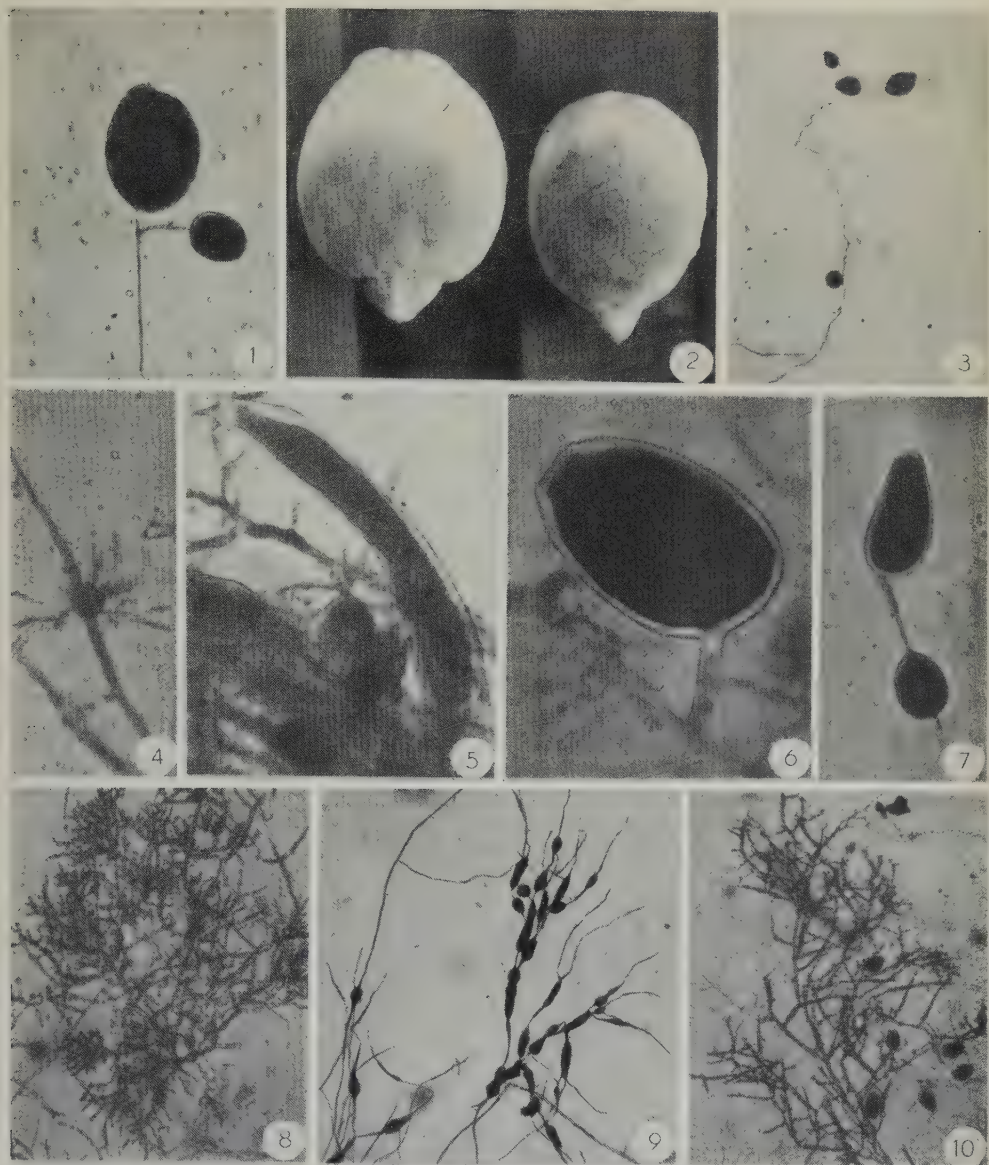
Sassari, febbraio 1955.

Phytophthora syringae Kleb.
(Spiegazioni nel testo)

Fig. 1-4-5-7, ingr. circa 400 x.
Fig. 2, ridotto circa 1/2.

Fig. 3-8-9-10, ingr. circa 100 x.
Fig. 6, ingr. circa 750 x.

Istituto di Patologia vegetale dell'Università di Sassari
(Direttore: Prof. Ottone Servazzi)

Contributi alla patologia degli agrumi coltivati in Sardegna.
II
Intorno al marciume dei frutti di arancio, limone e mandarino causato da « Botrytis cinerea » Pers.

Arnaldo Marcellino

INTRODUZIONE

Durante le ricerche che il nostro Istituto sta compiendo, ormai da cinque anni, intorno al marciume pedale e all'allupatura degli agrumi, causato da specie di *Phytophthora*, è stato più volte osservato che tra i frutti raccolti in una medesima località o addirittura in uno stesso agrumeto, oltre a quelli presentanti la macrosintomatologia tipica dell'allupatura da *Phytophthora* spp., ve ne era un certo numero che presentava caratteri patologici pressochè identici, ma da cui si isolava costantemente una forma di *Botrytis*.

Data la frequenza del fatto e soprattutto l'importanza che può avere ai fini pratici della lotta una discriminazione delle due malattie ho ritenuto non privo di interesse occuparmi di questo particolare tipo di marciume indotto da *Botrytis*.

L'isolamento in coltura dimostrò che nel nostro caso si trattava di due ceppi di *Botrytis* distinti unicamente dalla capacità o meno di produrre sclerozi, ma per il resto morfologicamente identici, che fruttificarono abbondantemente e riferibili entrambi a *Botrytis cinerea* Pers. [1].

---

[1] Oltre a *Botrytis cinerea* sono state segnalate su agrumi anche altre specie e var. congeneri. Il Penzig (1887, pp. 396-397) riporta: *B. griseola* Sacc., *B. vulgaris* (Pers.) Fr., *B. vulgaris* Fr. v. *plebeja* Fr. Il Brizi nel 1903 descrisse —come dannosa ai frutti di arancio e limone dei quali causano la mummificazione — una *B. citricola* n. sp. Di queste la prima e l'ultima (mai più riscontrata dopo la prima segnalazione del Brizi) sono da riferirsi a *B. cinerea;* dubbia è l'esistenza della v. *plebeja* di *B. vulgaris* data la notevole variabilità di questa, come di altre specie del genere *Botrytis;* e quanto a *B. vulgaris* — menzionata con una certa frequenza dai patologi che si sono occupati delle malattie degli agrumi — è legittimo sospettare che sia stata più volte confusa con *B. cinerea.*

Questo fungo è — come noto — uno dei parassiti più comuni degli agrumi i quali possono essere colpiti in tutti gli organi epigei. Come agente di marciume e gommosi dei fusti d'arancio è stato recentemente segnalato dal Graniti (1955) anche in Sardegna (Valle del Temo). Più frequenti sono le infezioni ai frutti che possono essere colpiti sia sull'albero sia dopo il raccolto, nei magazzini o durante il trasporto. Se vengono colpiti in uno stadio ancora giovanile (sull'albero), cadono di solito precocemente; se invece l'infezione si verifica quando sono prossimi alla maturità (sull'albero o dopo il raccolto) vanno incontro ad un marciume che presenta caratteri sintomatologici simili non solo alle infezioni da *Phytophthora* spp., ma anche a quelle da *Sclerotinia sclerotiorum* (Lib.) Massee. I due marciumi si distinguono ad uno stadio avanzato dell'infezione, quando *S. sclerotiorum* dà luogo ad una vegetazione di micelio bianco (« muffa cotonosa ») che non fruttifica, mentre il micelio di *B. cinerea* si presenta di color grigio-cenere (« muffa grigia ») e polverulento in seguito alla formazione di abbondanti conidiofori e conidi.

Poichè non mi è stato possibile effettuare prove di inoculazione artificiale in agrumeto su frutti in via di maturazione, mi sono limitato, per ora, di studiare il comportamento del fungo nelle infezioni artificiali eseguite su frutti maturi e conservati a varie temperature. Ciò anche in considerazione del fatto che le infezioni da *Botrytis* sono, in genere, più frequenti e dannose quando si sviluppano nei locali di conservazione o durante il trasporto. Nei magazzini, infatti, la infezione si diffonde per contatto e può — favorita dall'umidità e dall'aria stagnante — provocare in breve tempo l'ammarcimento di notevoli quantità di frutti, causando danni inferiori solo e talora addirittura paragonabili, a quelli causati dalle muffe verde *(Penicillium digitatum* Sacc.) e azzurra *(P. italicum* Wehm.). Secondo osservazioni effettuate da Tzereteli e Tchanturia (1939) in Russia, i marciumi che danneggiano gli agrumi nei locali di conservazione sono riferibili per il 50 % a *P. italicum* e per il 30 % a *B. cinerea*.

I. DESCRIZIONE DEI CEPPI ISOLATI

I frutti che dopo le prove di isolamento risultarono infetti da *Botrytis* vennero raccolti nella prima decade di marzo a Decimomannu, Monastir, Muravera in provincia di Cagliari ed a Ierzu in provincia di Nuoro.

Come già accennato più sopra mentre alcuni ceppi dopo un certo periodo di coltura dettero micelio, sclerozi ed infine fruttificazioni tipiche di *Botrytis*, altri non produssero mai sclerozi secondo quanto precisato appresso:

a) *ceppi sclerotigeni*

— da arancio,	Ierzu	(colt. n. 1, 2, 3)
— » »	Decimomannu	(colt. n. 4, 5)
— » »	Monastir	(colt. n. 6)
— da limone,	Muravera	(colt. n. 7, 8)

b) *ceppi non sclerotigeni*

— da arancio,	Decimomannu	(colt. n. 9, 10)

I singoli ceppi presentavano i seguenti caratteri macroscopici (1):

Colture 1, 2, 3. — Micelio aereo feltroso di colore da giallognolo a isabellino, abbondante su tutta la superficie del substrato. Ai bordi delle colonie presenza di appressori costituenti una fascia irregolare discontinua di colore brunastro scuro. Nella parte bassa della coltura sclerozi di colore nerastro, tondeggianti (diam. 1,5 mm.) oppure irregolari (diam. fino a 3 mm.), in numero variabile da 1-2 ad una cinquantina. Lungo i bordi del substrato stromi di tipo scleroziale neri, formanti pieghe irregolari, spesso molto sviluppati e costituenti talvolta delle masse aventi l'aspetto di sclerozi propriamente detti, lunghi fino a 1,5 cm., larghi 3-5 mm., altri 2-3 mm. Nelle colture in cui si osserva uno sviluppo rigoglioso degli stromi scleroziali, si riscontrano sclerozi in numero limitato, ma generalmente grossi; nelle colture in cui si formano numerosi sclerozi piccoli, gli stromi scleroziali hanno uno sviluppo molto modesto. Dagli sclerozi e dagli stromi scleroziali ed in piccola parte anche dal micelio aereo, hanno origine i conidiofori ed i conidi che in massa assumono l'aspetto di grossi cespuglietti micelici alti fino ad 1 cm., di colore grigio brunastro e nettamente polverulenti.

Colture 4, 5. — Aspetto delle colture come sopra, con la differenza che le pieghe formate dagli stromi scleroziali sono meno sviluppate, mentre si formano in maggioranza sclerozi isolati piuttosto grossi, poco numerosi e molto irregolari (lung. 1-5 mm., larg. 1-5 mm., alt. 1-4 mm.). Gli appressori hanno sviluppo più modesto; il micelio conidigeno prende origine pre-

(1) Tanto gli isolamenti quanto i successivi trapianti vennero effettuati su agar - patate - peptone - glucosato (agar - P.P.D) in tubi normali di 20 × 2,2 cm.

feribilmente dagli stromi sclerioziali, ma non assume un aspetto rigoglioso come nelle colture precedentemente descritte.

Coltura 6. — Come nelle colture 1, 2, 3. Apparentemente si ha uno sviluppo più rigoglioso di conidiofori.

Colture 7, 8. — Micelio come nelle colture precedenti. Appressori molto ben sviluppati sotto forma di punti nerastri formanti lungo il bordo del substrato fascie sfrangiate discontinue di aspetto quasi fibrillare, larghe fino a 3 mm.; sclerozi, stromi sclerioziali e abbondante sviluppo di conidiofori, come nelle colture 1, 2, 3.

Colture 9, 10. — Micelio aereo feltroso, compatto, di colore isabellino su tutta la superficie dell'agar. Appressori puntiformi, da brunastri a neri, formanti lungo il bordo dell'agar fascie discontinue ora sottili ora larghe fino a 3 mm. Non si osserva formazione nè di sclerozi nè di stromi sclerioziali. Sviluppo scarso di conidiofori formantisi specialmente nella parte alta delle colture sotto forma di vegetazione araneose, brunastro-chiare, polverulente, rade.

II. PROVE DI INOCULAZIONE

Poichè tutti i ceppi erano riferibili indistintamente a *Botrytis cinerea* Pers. mi sono limitato a prescegliere per le ulteriori ricerche un ceppo sclerotigeno ed uno non sclerotigeno. Con questi vennero eseguite le prove di infezione artificiale nei modi appresso descritti.

Da colture ben sviluppate vennero preparate dispersioni di conidi, versando nei tubi dell'acqua sterile ed agitandoli energicamente. Subito dopo si effettuarono le inoculazioni con le seguenti modalità:

a) *per puntura.* — Sulla cicatrice peduncolare dei frutti veniva depositata una goccia della sospensione di conidi prelevata sterilmente; poi attraverso questa si praticavano quattro punture mediante ago sterile;

b) *per contusione.* — L'epicarpo della zona apicale del frutto veniva energicamente sfregato fino a che si osservava la fuoriuscita di una piccola quantità di succo cellulare. Su di essa veniva posta una goccia della sospensione di conidi;

c) *su frutti indenni.* — Sulla cicatrice peduncolare del frutto veniva applicata una goccia della sospensione di conidi. Per evitarne l'evaporazione, vi si applicava a ponte una striscia di cerotto e periodicamente si provvedeva a rinnovare l'acqua.

Nelle prove per puntura e sfregamento l'inoculo veniva protetto da un batufoletto di cotone bagnato con acqua sterile fissato al frutto da un cerotto.

Tutte le prove vennero effettuate in doppio, su frutti maturi di arancio, limone e mandarino, avendo cura di scegliere i frutti in modo che quelli della stessa specie avessero sempre il medesimo grado di maturità e la medesima grossezza. I frutti appartenevano a varietà locali indeterminate.

In tal modo si ottennero diversi lotti di frutti che vennero poi collocati in termostato a temperatura costante di 10°, 18°, 25° C ([1]). In totale col ceppo sclerotigeno: n. 9 lotti di arance, n. 9 di limoni, n. 9 di mandarini ed altrettanti col ceppo non sclerotigeno.

Al momento in cui sui frutti si accertava l'avvenuta infezione (comparsa della macchia primaria) il batufolo di cotone veniva levato onde consentire il più possibile lo sviluppo naturale dell'infezione stessa.

L'andamento dell'infezione venne registrato giornalmente e periodicamente si procedeva agli esami microscopici ed al riisolamento del fungo.

A. Osservazioni macroscopiche

Prima di passare alle osservazioni fatte sui frutti inoculati, ritengo opportuno, per evitare inutili ripetizioni, descrivere brevemente la sintomatologia dell'infezione quale si presenta in natura e in condizioni sperimentali.

In natura la malattia si manifesta con la comparsa sulla buccia, di una macchia da prima livida che poi si estende uniformemente a circolo. La buccia, in corrispondenza dell'infezione, perde il colore caratteristico, diventando pallida sino a biancastra e nello stesso tempo facendosi più molle in relazione al progredire dell'infezione che va gradatamente guadagnando le parti interne (mesocarpo interno e polpa) dei frutti. In seguito la macchia assume una colorazione brunastro-livida (nei limoni), bruno-rossastra (negli aranci) o bruno-marrone (nei mandarini).

I frutti in istadio avanzato d'infezione si presentano rammolliti con mesocarpo interno (albedine), endocarpo e polpa completamente alterati. Il tessuto mesocarpico è profondamente disaggregato; l'endocarpo (che costituisce i tramezzi della logge) è pure disorganizzato e privo di consistenza;

([1]) Non ho ritenuto di dover effettuare prove a temp. superiori a 25° C, perchè nelle condizioni normali di conservazione tali temp. ben difficilmente si possono verificare .

le emergenze (vescicole) formanti la polpa sono in parte svuotate, in seguito alla rottura dell'epidermide e fuoriuscita del succo, e talvolta imbrunite.

Per quanto riguarda i caratteri organolettici, si hanno notevoli cambiamenti, oltrechè del colore, anche dell'odore e del sapore. L'odore dei frutti alterati è assai diverso da quello caratteristico normale, ma non sgradevole; nei mandarini ricorda quello dei cedri canditi. Il sapore della polpa è molto amaro (specialmente nei mandarini) e un pò resinoso pur mantenendosi gradevole.

Per brevità, indicherò in seguito questa sintomatologia col termine di *marciume ordinario*.

Nelle infezioni artificiali la sintomatologia è pressochè identica, però con qualche variante. Così p. es. può accadere (specialmente nei mandarini) che il frutto venga presto invaso dal micelio e subisca una rapida disidratazione dei tessuti, sino a mummificarsi (ciò che sull'albero avviene raramente e comunque assai più lentamente, perchè i frutti cadono generalmente assai prima). La perdita di turgore è più rilevante nella buccia e nelle emergenze della polpa, mentre l'endocarpo, costituito da tessuti più consistenti, aventi funzione essenzialmente meccanica, ne risente di meno. Di conseguenza si ha la ritrazione della polpa, seguita da quella dell'epi- e mesocarpo e pertanto si formano delle depressioni longitudinali, di solito molto regolari, limitate da rilievi simili a « costole » corrispondenti ai setti carpellari. Tale aspetto particolare diventa tanto più evidente quanto più avanzato è il processo di mummificazione.

Nei frutti che presentano un simile aspetto la macchia non si allarga uniformemente a partire dal punto d'inoculazione, ma si estende invece lungo le depressioni predette (che praticamente corrispondono alla parte esterna degli « spicchi »); la macchia assume cioè un aspetto lobato mentre le zone del frutto corrispondenti ai tramezzi delle logge (« costole ») possono conservare per molto tempo il colore e la consistenza normale.

Indicherò, in seguito, tale sintomatologia col termine puramente convenzionale di *marciume secco*.

Anche le arance ed i limoni possono andare incontro, col tempo, ad un forte disseccamento, ma il frutto di solito si contrae uniformemente, mentre la buccia indurisce, senza che si formino « costole ».

Un altro fatto che frequentemente si constata nelle infezioni sperimentali è la comparsa di una macchia secondaria in posizione opposta a quella primaria formatasi nel punto d'inoculazione, quando quest'ultima sia stata effettuata nella cicatrice penducolare o nell'apice del frutto. Ciò è dovuto

al rapido sviluppo del micelio nel canale infracarpellare, dove esso trova, per così dire, via libera alla sua espansione. Le macchie estendendosi confluiscono accelerando notevolmente la distruzione totale del frutto.

Infine nelle infezioni naturali — a differenza di quanto si verifica nelle infezioni sperimentali — non si osserva quasi mai la comparsa di micelio aereo sulle macchie se non talora in una fase molto avanzata della malattia. Nelle infezioni sperimentali invece alla temperatura di conservazione di 18°-25° C. si ha costantemente sviluppo di abbondante micelio aereo. Questo ha prima l'aspetto di una muffa cotonosa bianca più o meno abbondante, che riveste, salvo una ristretta zona periferica, tutta la superficie della macchia e che continua a svilupparsi in seguito di pari passo con l'estendersi di quest'ultima, in modo che infine, quando la macchia ha guadagnato l'intera superficie del frutto, esso appare interamente ricoperto dalla vegetazione fungina. Nel frattempo il micelio acquista gradatamente un colore isabellino e poi grigio verdastro, mentre nello stesso tempo diventa polverulento in seguito all'abbondante fruttificazione del fungo.

Riassumo appresso le osservazioni effettuate.

a) Ceppo sclerotigeno

1) Arancio

T e m p e r a t u r a *10° C.*

Infezione per puntura. — Esito positivo in un solo frutto. Marciume ordinario. Comparsa della macchia primaria al 24° giorno dall'infezione; dopo altri 9 giorni occupa 3/4 della superficie del frutto.

Infezione per contusione. — Esito positivo in un solo frutto. Marciume ordinario. Al 37° giorno la macchia occupa una superficie di cm. 4 × 2; dopo altri 7 giorni quasi metà del frutto.

Infezione su frutto illeso. — Esito negativo. In parte inquinamento da *Penicillium* sp.

In nessuna delle suddette prove si osserva presenza di micelio aereo.

T e m p. *18° C.*

Inf. punt. — Marciume ordinario. Macchia primaria verso il 4° giorno; al 9° giorno occupa metà della superficie dei frutti; contemporaneamente nella parte opposta (apicale) dei medesimi appare un'altra macchia livida che si estende parallelamente alla prima in modo che 2 giorni dopo l'intero epicarpo si presenta alterato. Da questo, l'infezione si estende « a cono » al mesocarpo e alla polpa, nonchè al canale infracarpellare. I tessuti corrispondenti subiscono un disfacimento via via più intenso riconoscibile dal rammollimento dei medesimi. Il mesocarpo assume nello stesso tempo, un colore giallastro, mentre la polpa diventa bruno-rossiccia e con-

temporaneamente subisce modificazioni del sapore (che diventa amaro) e di odore (si fa resinoso).

Comparsa di micelio aereo al 5° giorno; delle fruttificazioni di *Botrytis* all'8° giorno. Il micelio si sviluppa abbondantemente anche nel canale infracarpellare dòve, per altro, conserva sempre un aspètto cotonoso ed un colore bianco senza fruttificare. È probabile che l'infezione raggiunga per questa via la parte apicale del frutto, dando origine alla macchia secondaria in questa zona.

Inf. cont. — Marciume ordinario. Al 4° giorno macchia del diam. 2-3 cm., che tra l'8° ed il 15° giorno si estende a circa metà della superficie dei frutti; contemporaneamente l'infezione appare nella parte peduncolare dei medesimi. Micelio esterno 2-3 giorni dopo la comparsa della macchia primaria; fruttificazioni abbondanti.

Si nota che l'infezione non procede « a cono », come nel caso precedente in quanto il micelio invade rapidamente il canale infracarpellare e da qui si diffonde in tutte le direzioni alla polpa in modo che quest'ultima si presenta completamente alterata, prima ancora che l'infezione abbia occupato metà della superficie dei frutti.

Inf. f. ill. — Esito negativo.

T e m p. *25° C.*

Inf. punt. — Esito negativo nonostante che l'inoculazione sia stata ripetuta. I frutti soggiaciono invece all'infezione da parte di *Penicillium digitatum* Sacc.

Inf. cont. — Marciume ordinario. Comparsa della macchia primaria verso il 4° giorno; tra il 9° ed il 10° giorno si ha l'invasione totale della buccia. Si osserva che mentre 3/4 della superficie del frutto si presenta di colore bruno-vinoso, la rimanente ha una colorazione livida. L'infezione ha invaso pure la polpa per cui, il frutto si presenta molle. Questo rapido dilagare dell'infezione è dovuto al fatto che il micelio, attraverso il canale infracarpellare, raggiunge in brevissimo tempo la parte peduncolare del frutto, dando origine ad una macchia secondaria che estendendosi si congiunge con quella primaria, mentre nello stesso tempo il micelio invade la polpa. I frutti subiscono una rapida disidratazione di modo che, ad un mese di distanza, essi appaiono secchi, duri e mummificati. Comparsa del micelio all'8° giorno; invade rapidamente tutta la macchia e fruttifica abbondantemente.

Inf. f. ill. — Esito negativo.

2) Limone

T e m p. *10° C.*

Inf. punt. — Marciume ordinario. Macchia primaria verso il 19° giono; al 33° mentre in un frutto essa ricopre circa metà della superficie, nell'altro tutta la buccia è alterata.

Inf. cont. — Esito positivo in un solo frutto. Macchia al 17° giorno; occupa al 33° circa 1/4 della superficie del frutto; poi inquinamento da *Penicillium* sp.

Inf. f. ill. — Esito negativo.

In nessun frutto del lotto si osserva sviluppo di micelio esterno.

T e m p. *18° C.*

Inf. punt. — Marciume ordinario. Macchia primaria verso il 4° giorno; tra il 9° ed il 10° giorno occupa metà, al 16° l'intera superficie dei frutti. Comparsa del micelio esterno al 6° giorno; in seguito fruttifica abbondantemente.

Inf. cont. — Marciume ordinario. Macchia primaria al 4° giorno; ricopre all'11° metà e dopo altri 5 giorni i 3/4 della superficie dei frutti. Micelio arereo tra il 6° e l'8° giorno; in seguito fruttificazione abbondante.

Inf. f. ill. — Esito negativo.

T e m p. *25° C.*

Inf. punt. — Marciume ordinario. Macchia tra il 4° ed il 5° giorno; si estende a metà del frutto tra il 9° ed il 10°, all'intero frutto tra il 10° ed il 12° giorno. Comparsa del micelio contemporaneamente alla macchia; in seguito fruttificazione abbondante.

I frutti lasciati in termostato subiscono la disidratazione e disseccano rapidamente mummificando.

Inf. cont. — Marciume ordinario. Macchia al 4° giorno; al 9° occupa metà e dopo altri 3 giorni, l'intera superficie dei frutti. Non si sviluppa micelio aereo.

Inf. f. ill. — Esito negativo.

3) Mandarino

T e m p. *10° C.*

Inf. punt. — Esito positivo in un solo frutto. Macchia primaria al 18° giorno; poi l'infezione assume i caratteri del «marciume secco», mentre il frutto gradatamente mummifica. Al 24° giorno, la macchia si è estesa a tutto il frutto unendosi ad una piccola macchia secondaria che nel frattempo si era sviluppata nella parte apicale del frutto.

Inf. cont. — Esito negativo.

Inf. f. ill. — Esito positivo in un solo frutto. Marciume secco. Macchia allungata di color marrone al 22° giorno dall'inoculazione, che si estende lateralmente fino a raggiungere la parte apicale del frutto. Poi si osserva la comparsa di altre piccole macchie in altre zone del pericarpo sino ad allora indenni. Il frutto dissecca gradatamente.

In nessuna delle suddette prove si ha sviluppo di micelio esterno.

T e m p. *18° C.*

Inf. punt. — Marciume secco. Macchia primaria al 5° giorno; al 9° occupa quasi metà della superficie dei frutti. Contemporaneamente si è manifestata una macchia secondaria, nella parte opposta (apicale) dei frutti. Le due macchie si estendono contemporaneamente in modo che tra

il 10° e l'11° giorno, esse si riuniscono. Micelio aereo il giorno successivo alla comparsa della macchia primaria. Tale micelio, da prima rado e bianco-sporco, si infittisce successivamente diventando grigio-verdastro per la presenza delle fruttificazioni del fungo. Nello stesso tempo, nella zona dell'*inoculum*, si sviluppa un abbondante micelio aereo bianco cotonoso che sovrasta quello grigio, formando una specie di batufolo. Più avanti, mentre il frutto va incontro ad un graduale disseccamento, il micelio aereo subisce il collasso, diventando radente.

Inf. cont. — Marciume secco. Macchia primaria al 4° giorno; occupa metà frutto all'8° giorno. Contemporaneamente si manifesta una macchia secondaria nella parte peduncolare del frutto, che poi si estende unendosi alla primaria in modo che, tra l'11° ed il 12° tutta la buccia è alterata. Comparsa del micelio al 6° giorno; si sviluppa poi rigogliosamente e fruttifica abbondantemente, come nel caso precedentemente descritto.

Inf. f. ill. — Esito negativo.

T e m p. *25° C.*

Inf. punt. — Marciume secco. Comparsa della macchia primaria al 4° giorno e contemporaneamente di una macchia secondaria nella parte apicale dei frutti; le due macchie estendendosi si riuniscono in modo che verso l'8° giorno l'intera superficie dei frutti è invasa. I frutti disseccano e mummificano rapidamente. Micelio esterno il giorno successivo alla comparsa delle macchie; si sviluppa e fruttifica abbondantemente.

Inf. cont. — Marciume secco. Macchia primaria al 4° giorno; al 5° macchia secondaria nella parte peduncolare dei medesimi. Come al solito le macchie si congiungono ricoprendo al 6° giorno l'intera superficie dei frutti. Micelio aereo il giorno successivo alla comparsa delle macchie; fruttifica al 9° giorno.

Inf. f. ill. — Esito positivo in un solo frutto. Marciume secco. 18 giorni dopo l'inoculazione nella parte opposta (apicale) del frutto il pericarpo si presenta rammollito e livido e già 6 giorni dopo l'intero frutto appare nelle stesse condizioni. In seguito mummifica. Tre giorni dopo la comparsa della lesione, si manifesta all'esterno un micelio aereo rado che continua a mantenersi tale anche successivamente e che non fruttifica. Quarantatre giorni dopo l'inizio dell'esperienza, il frutto viene sezionato e si riscontra la presenza di 16 piccoli sclerozi sparsi principalmente nella parte più interna della polpa e nel canale interplacentale, dove erano tenacemente collegati ai resti disseccati del tessuto ospite mediante briglie miceliche bianche pure disseccate.

b) Ceppo non sclerotigeno

1) Arancio

T e m p. *10° C.*

Inf. punt. — Esito negativo.

Inf. cont. — All'8° giorno su entrambi i frutti macchia leggermente livida (diam. 1 × 1 cm.). Su un frutto la macchia si estende lentamente

in modo da ricoprirne la metà al 17° giorno e interamente al 23°; poi, il frutto gradatamente dissecca; a distanza di un mese dall'inoculazione esso si presenta con l'epicarpo brunastro e indurito. Nell'altro frutto la macchia non procede. Non si osserva micelio esterno.

Inf. f. ill. — Esito negativo.

Temp. *18° C.*

Inf. punt. — Marciume ordinario. Macchia primaria al 5° giorno; occupa metà della superficie del frutto al 16° giorno. Contemporaneamente una macchia secondaria appare dalla parte opposta (apicale) dei frutti; le macchie poi si congiungono. Il micelio appare contemporaneamente alle macchie; fruttifica al 9° giorno. Sezionando un frutto longitudinalmente si osserva che il micelio raggiunge la parte apicale del frutto attraverso il canale infracapellare e da qui penetra lateralmente nella polpa provocandone il disfacimento in modo che quest'ultima è completamente alterata prima che l'infezione abbia raggiunto tutta la buccia.

Inf. cont. — Macchia primaria al 5° giorno, si estende a metà dei frutti tra il 16° ed il 17° giorno; contemporaneamente appare una macchia secondaria dalla parte peduncolare dei frutti. In seguito mentre un frutto si mantiene turgido l'altro subisce un parziale disseccamento e pertanto il marciume assume nel primo il tipo ordinario, nel secondo il tipo « secco ». Infine le macchie primarie e secondarie si congiungono. Il micelio appare il giorno successivo alla comparsa della macchia primaria e si sviluppa poi come nel caso precedente.

Inf. f. ill. — Esito negativo.

Temp. *25° C.*

Inf. punt. — Esito positivo in un solo frutto. Comparsa di una macchia livida al 7° giorno. La macchia si sviluppa lentamente: al 23° non ha ancora occupato metà del frutto. Successivamente il frutto dissecca senza che l'infezione abbia fatto altri progressi. Nessuno sviluppo di micelio.

Inf. cont. — Inquinamento dei frutti da parte di *P. digitatum*.

Inf. f. ill. — Esito negativo.

2) Limone

Temp. *10° C.*

Inf. punt. — Marciume ordinario. Comparsa della macchia tra l'11° ed il 12° giorno; al 23° occupa metà e dopo altri 6 giorni, l'intera superficie dei frutti. Nessun sviluppo di micelio.

Inf. cont. — Esito negativo.

Inf. f. ill. — Esito negativo.

Temp. *18° C.*

Inf. punt. — Marciume ordinario. Macchia primaria tra il 6° e l'8° giorno; ricopre metà dei frutti tra l'11° ed il 12° e l'intera superficie

dopo altri 10 giorni. Comparsa del micelio nel giorno successivo a quello della macchia; si sviluppa abbondantemente e fruttifica verso il 15° giorno.

Inf. cont. — Esito negativo.

Inf. f. ill. — Esito negativo.

T e m p. *25° C.*

Inf. punt. — Esito negativo.

Inf. cont. — Esito positivo in un solo frutto. Marciume ordinario. Macchia primaria al 10° giorno; raggiunge metà della superficie del frutto al 18° giorno. Nessuno sviluppo di micelio.

Inf. f. ill. — Esito negativo.

3) Mandarino

T e m p. *10° C.*

Inf. punt. — Marciume secco. Macchia primaria all'8° giorno; macchia secondaria nella parte opposta (apicale) dei frutti, al 14°. Le macchie poi confluiscono sicchè, verso il 26° giorno, l'intera superficie dei frutti è alterata, salvo le zone corrispondenti ai sepimenti delle logge. In seguito i frutti si mummificano.

Inf. cont. — Marciume secco. Macchia primaria all'8° giorno; si estende poi molto lentamente, mentre i frutti vanno incontro a rapido disseccamento e mummificazione; in seguito a ciò la macchia cessa di allargarsi prima ancora d'aver raggiunto metà della superficie dei frutti.

Inf. f. ill. — Esito negativo.

In nessun frutto del lotto predetto si osserva sviluppo di micelio aereo.

T e m p. *18° C.*

Inf. punt. — Marciume secco. Macchia primaria a 24-48 ore dall'inoculazione; tra il 10° e l'11° giorno compare una macchia secondaria dalla parte opposta (apicale) dei frutti. Le due macchie si estendono congiungendosi tra il 15° ed il 16° giorno. Micelio esterno al 6° giorno; esso assume subito un colore grigio verdastro, poi procede di pari passo con l'estendersi della macchia, diventando sempre più fioccoso e costituendo anzi una specie di batufolo sulla parte peduncolare del frutto, mentre alla periferia è più rado e un pò più scuro. Infine il micelio ricopre interamente il frutto presentandosi piuttosto abbondante e fioccoso e più o meno uniformemente grigio verde. Fruttificazione più o meno su tutta la superficie del frutto, ma occultata dal micelio aereo.

Inf. cont. — Marciume secco. Già 24 ore dopo l'inoculazione compare nel punto di inoculo una macchia livida di forma regolare (diam. 4 × 3 cm) che poi si estende unilateralmente mentre nel frattempo i tessuti alterati si raggrinzano. Tra il 12° ed il 14° giorno, appare una macchia livida anche nella parte peduncolare dei frutti. Mentre i frutti gradatamente disseccano, la macchia primaria e secondaria finiscono col congiungersi (verso

il 16° giorno). All'8° giorno sulla macchia appare il micelio aereo fioccoso che poi, come al solito, continua a svilupparsi occupando tutta la superficie alterata del pericarpo.

Inf. f. ill. — Esito negativo.

T e m p. *25° C.*

Inf. punt. — Marciume secco. Macchia primaria tra il 5° ed il 7° giorno; si sviluppa poi lentamente ed irregolarmente, occupando l'intera superficie dei frutti verso il 25° giorno; la buccia appare raggrinzita; i frutti si mummificano. Nessun sviluppo di micelio esterno.

Inf. cont. — Marciume secco. Macchia positiva al 2° giorno; si estende lentamente mentre i frutti subiscono una rapida mummificazione; al 25° giorno sono completamente alterati. Nessun sviluppo di micelio esterno.

Inf. f. ill. — Esito negativo.

B. Riisolamenti

Dai frutti che nelle prove di inoculazione artificiale avevano dato esito positivo il fungo venne riisolato su P.P.D. agar. Tutti i riisolamenti vennero effettuati prelevando assetticamente e trasferendo nei tubi di coltura semi dei frutti infetti.

Le colture ottenute dai riisolamenti dei frutti infetti con il ceppo scleroziale presentano gli stessi caratteri macroscopici già descritti per le colture ottenute degli isolamenti effettuati da arance di Ierzu (colt. 1, 2, 3, pag. 15), salvo qualche lieve differenza, come detto appresso. Gli sclerozi si formano principalmente intorno, oppure sui semi usati per il riisolamento.

Nelle colture da infezione per puntura su arance a temp. 10° C si osservano pieghe scleroziali regolari che arrivano fino a 3,8 cm. di lunghezza; in quelle a 18° C qualche sclerozio rotondeggiante (diam. 2 × 2 mm.) non solo sui semi, ma anche sulla superficie libera del substrato; in quelle da limone a 25° C stromi scleroziali meno abbondanti e più corti; in quelle da mandarino a temp. 10° C abbondanti conidiofori e conidi solo nella parte alta della coltura; in quelle da mandarino a 18° C sclerozi (diam. 1-3 mm.) anche nella parte centrale del substrato. Le colture ottenute da arance infettate per contusione a temp. di 25° C e da mandarini infettati per contusione a 18° C hanno gli stessi caratteri, ma le fruttificazioni conidiche ricoprono gran parte del substrato.

Le colture ottenute da riisolamento effettuato da frutti infettati con il ceppo non sclerotigeno, presentano le medesime caratteristiche già descritte per le colture ottenute da aranci di Decimomannu (colt. 9, 10, pag. 16), solo in alcune si notano lieve differenze. Così p. es. le colture

ottenute da frutti di arancio infettati per contusione a 18° C e in quelle da aranci infettati per puntura a 25° C si formano abbondanti appressori lungo il bordo dell'agar, e fruttificazioni su tutta la superficie del medesimo; in quelle da mandarino infettati per contusione a 18° C si formano pochi appressori; in quelle a temp. di 25° C molti appressori.

C. Osservazioni microscopiche

Dai frutti infetti raccolti in natura, da quelli infetti artificialmente nelle prove di laboratorio, dalle colture per isolamento dai primi e da quelle ottenute per riisolamento dai secondi, ho effettuato numerosi preparati per le relative osservazioni microscopiche.

Mi riservo di descrivere più particolarmente tali osservazioni in un prossimo lavoro; per ora mi limito a rilevare che il micelio presenta in genere i caratteri ben noti della *Botrytis cinerea,* ma a seconda del tessuto ospite (epicarpo, mesocarpo esterno ed interno, endocarpo, emergenze della polpa) e della temperatura a cui i frutti erano conservati, si notano alcune differenze abbastanza caratteristiche. Una delle particolarità che si riscontra abbastanza frequentemente è la degenazione grassa del citoplasma, per cui le ife appaiono riempite di sostanza facilmente colorabile col Sudan IV.

Un fatto che però ritengo di notevole interesse e che perciò mi sembra di dover mettere in rilievo sin d'ora è che le dimensioni dei conidi subiscono variazioni secondo la temperatura a cui si sono formati. Infatti, mentre nei prelievi effettuati da frutti conservati alla temperatura di 18° C, la maggioranza dei conidi si presentavano rotondeggianti, in quelli effettuati da frutti conservati a 25° C essi sono nettamente ellissoidali o largamente fusoidali o comunque allungati rispetto ai primi e inoltre, qualche volta si presentano 1-settati.

Le differenze si manifestano anche nelle dimensioni dei conidi che sono i seguenti:

Temp. 18° = (6) - 8 - *10* - 12 - (12,5) × (6) - 6,5 - *8* - 9,5 - 10 μ;
massima frequenza: 10 - 12,5 × 8 - 9,5 μ.

Temp. 25° = (8,6) - 11,5 - *14,5* - 17 - (22,8) × (4,5) - 6 - 7 - 8,5 - (11,5) μ;
massima frequenza: 14,5 - 17 × 5,5 - 8,5 μ.

Queste differenze sono rilevabili sia nel ceppo sclerotigeno sia nel ceppo non sclerotigeno e sono tanto evidenti e costanti che, a prima vista, si penserebbe d'aver a che fare con due specie distinte di *Botrytis*.

DISCUSSIONE DEI RISULTATI

Quantunque le prove siano state eseguite su un numero relativamente piccolo di frutti, ritengo si possano fare alcuni rilievi abbastanza interessanti data una certa regolarità dei risultati ottenuti.

Anzitutto si rileva che le prove di infezione, con entrambi i ceppi, su frutti illesi sono fallite (salvo due casi nel mandarino col ceppo sclerotigeno: prove n. 41 e 53); mentre è ammesso dalla maggioranza degli AA. che *B. cinerea* riesca a causare il marciume degli agrumi senza lesioni della buccia. Il Fawcett (1925) classifica addirittura i marciumi in quelli conseguenti a lesioni o abrasioni della buccia e in quelli capaci d'alterare frutti a buccia integra, mettendo tra i primi quelli indotti da *Penicillium digitatum* e *P. italicum*, tra i secondi quelli indotti da *B. cinerea*. Savastano (1932) d'altro canto ottenne l'infezione di frutti sani messi a contatto con frutti infetti da *B. cinerea* in 10 giorni alla temperatura di 20°-21° C. Non saprei come spiegare altrimenti il fallimento delle mie prove d'infezione su frutti a buccia indenne, se non ammettendo per i ceppi da me isolati, una debole virulenza nel senso ch'essi sono incapaci (o capaci solo in particolari condizioni) di invadere i frutti attraverso la buccia integra. Ipotesi che richiede per essere confermata il suffragio d'ulteriori ricerche. Comunque, una volta avvenuta la penetrazione del parassita, l'infezione si evolve per entrambi i ceppi indipendentemente dalla modalità con cui questa ha avuto luogo (ferita o contusione).

Quanto all'influenza della temperatura sull'andamento dell'infezione apparve evidente che quella ottimale è situata tra 18° e 25° C per tutte e tre le specie di agrumi e per entrambi i ceppi di *Botrytis*. Infatti alla temp. di 18° e 25° il periodo d'incubazione, su per giù uguale per entrambi i ceppi va da 1 a 10 giorni (con una media sui 4-5) mentre a 10° è più lungo (da 7 a 30 giorni). Altrettanto vale per il decorso della malattia: più lento a 10° (da 15 a oltre 21 giorni) che a temp. superiori. In genere col ceppo sclerotigeno il decorso è più rapido a 25° (da 3 a 9 giorni) che a 18° (da 7 a 15 giorni) mentre l'inverso avviene col ceppo non sclerotigeno (da 16 a 18 giorni a temp. di 18°, da 17 a 24 a 25°). Queste relazioni sono meno evidenti allorchè i frutti subiscono la mummificazione.

I medesimi rapporti sussistono pure nei riguardi dello sviluppo del micelio aereo. Alla temp. di 10°, indipendentemente dalla specie di agrume e dal ceppo usato, non si ha sviluppo di micelio esterno; mentre a 18° e 25° esso appare pochi giorni dopo la comparsa della macchia primaria (da 1

a 7 giorni, di solito 1-2) o addirittura contemporaneamente a questa. In alcuni casi, specialmente in frutti che subiscono la mummificazione, non si ebbe comparsa del micelio esterno da parte del ceppo non sclerotigeno (arancio, prova n. 14; limone, prova 34; mandarini, prove n. 50 e 52); in un solo caso anche col ceppo sclerotigeno (limone, prova n. 33). Il micelio fruttifica presto (da 1 a 5, di solito 2-3 giorni dopo la sua comparsa) e in genere abbondantemente. In un solo caso (prova n. 53, mandarino temp. 25°, frutto illeso ceppo sclerotigeno) si formò del micelio che però non fruttificò, mentre nel frutto, completamente mummificato, vennero riscontrati sclerozi.

Alla temp. di 18° e 25° C i frutti di arancio e limone presentano la medesima suscettività all'infezione da parte di entrambi i ceppi (rilevabile specialmente dai periodi d'incubazione relativamente uguali), mentre la massima suscettività spetta ai mandarini e ciò indipendentemente dalla modalità dell'infezione stessa. La maggior suscettività dei mandarini risulta non solo dal maggior numero delle prove positive, ma anche dal fatto di essere riusciti ad ottenere l'infezione di frutti illesi. Nelle infezioni dei mandarini col ceppo sclerotigeno il decorso della malattia è più rapido (da 3 a 7 giorni) qualunque sia la modalità dell'infezione; nelle infezioni col ceppo non sclerotigeno ad un periodo di incubazione relativamente più breve corrisponde un decorso più lento (da 16 a 24 giorni). In entrambi i casi la malattia termina sempre con la mummificazione dei frutti, ciò che rende, in parte, meno evidenti i rapporti di cui sopra.

Occorre peraltro precisare che per quanto riguarda il decorso della infezione, il suo carattere (marciume o mummificazione), la comparsa del micelio all'esterno dei frutti e delle fruttificazioni del medesimo, le mie esperienze non consentono un'interpretazione dei fatti constatati, in quanto nell'eseguire le prove ho tenuto conto di un solo fattore ecologico, cioè della temperatura, fattore che, come si sà (A d a m, 1923) ha un'influenza prevalente nei marciumi dovuti a *Penicillium* spp., mentre nelle infezioni da *B. cinerea* è sopratutto l'umidità relativa dell'aria che conta. Così p. es. si possono avere anche infezioni a 0° C, se l'umidità relativa è di 90-100 %. Nelle mie condizioni sperimentali si può, peraltro, ritenere che l'umidità relativa nei termostati fosse sufficientemente bassa, tale per lo meno da non favorire la muffa pur consentendone lo sviluppo.

Dalle prove risulta pure che, per quanto il grado di virulenza dei due ceppi sia praticamente uguale, essi sono tuttavia ben differenziabili. Infatti dai frutti inoculati col ceppo sclerotigeno i riisolamenti diedero origine sempre unicamente a colonie di *Botrytis* sclerotigene; da quelli ino-

culati col ceppo che non produce sclerozi colonie non sclerotigene, e ciò indipendentemente dalla specie dell'agrume e dalla temperatura di conservazione.

Perciò ritengo dimostrata l'esistenza in Sardegna di due ceppi o razze di *B. cinerea* capaci di indurre il marciume (sotto forma di « allupatura ») dei frutti di agrumi (aranci, limoni, mandarini) distinti non solo dalla capacità di produrre sclerozi, ma anche per alcuni caratteri patogenetici. L'esistenza di ceppi o razze di *B. cinerea*, presentanti diversa patogenicità nei confronti degli agrumi, è stata del resto già dimostrata da Klotz, Calavan e Zentmyer (1946).

RIASSUNTO

Da frutti di arancio, limone, mandarino, colpiti da una forma di marciume simile all'« allupatura » causata da *Phytopothora* spp. e raccolti in diverse località della Sardegna, sono stati isolati due ceppi di *Botrytis cinerea* dei quali uno sclerotigeno l'altro non sclerotigeno. Con i medesimi — i cui caratteri colturali sono brevemente descritti — vennero eseguite prove d'infezione artificiale su frutti di arancio, limone, mandarino a buccia illesa o lesa (mediante puntura o contusione) e quindi conservati in termostato a temp. di 10°-18° 25° C. Vengono discussi i risultati ottenuti (durata del periodo d'incubazione e decorso dell'infezione, epoca di comparsa del micelio esterno e delle fruttificazioni dell'agente) e riportate le osservazioni fatte nei riisolamenti. Si ritiene dimostrato che i frutti di tutte e tre le specie di agrumi sono suscettive all'infezione da parte di entrambi i ceppi, in modo particolare i mandarini nei quali la malattia porta alla mummificazione dei frutti; mentre nelle arance e nei limoni presenta il carattere di un marciume. Contrariamente a quanto si sà sulla patogenicità di *B. cinerea* verso gli agrumi, i ceppi sardi non sono capaci di infettare frutti indenni. Non sono state riscontrate differenze sostanziali tra le infezioni artificiali provocate a mezzo di punture o contusione della buccia. Le temperature per l'infezione (alle quali il periodo di incubazione è più breve, il decorso più rapido, la comparsa del micelio più pronta, lo sviluppo e la fruttificazione del medesimo più rigogliosa) sono quelle di 18° e 25° C per tutte e tre le specie di frutti con ambedue i ceppi. A 10° o non si ha infezione, o questa inizia e decorre lentamente, ma in nessun caso si sviluppa micelio esterno. La temp. influisce anche sul patogeno: a 18° si formano conidi prevalentemente rotondeggianti, a 25° nettamente elissoidali o comunque più allungati, donde anche differenze nelle dimensioni dei medesimi.

TAB. I - Esito delle prove

N. prova	Frutto di	Temp. °C	Modo d'infez.	Ceppo	Risultato	Tipo della lesione	Giorni della macchia																
							1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	1	2	3	4	5	6	7
1	ARANCIO	10°	punt.	s.	+	ord.																	
2				n. s.	—																		
3			cont.	s.	+	»																	
4				n. s.	+	»								o	o	o	o	o	o	o	o	o	o
5			f. ill.	s.	—																		
6				n. s.	—																		
7		18°	punt.	s.	+	»				x	x	x	x	x	x	x	x						
8				n. s.	+	»					o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o
9			cont.	s.	+	»				x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
10				n. s.	+	»					o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o
11			f. ill.	s.	—																		
12				n. s.	—																		
13		25°	punt.	s.	—																		
14				n. s.	+	»							o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o
15			cont.	s.	+	»				x	x	x	x	x	x	x	—	—	—	—	—	—	—
16				n. s.	—																		
17			f. ill.	s.	—																		
18				n. s.	—																		
19	LIMONE	10°	punt.	s.	+	»																	
20				n. s.	+	»											o	o	o	o	o	o	o
21			cont.	s.	+	»																	x
22				n. s.	—																		
23			f. ill.	s.	—																		
24				n. s.	—																		
25		18°	punt.	s.	+	»				x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
26				n. s.	+	»						o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o
27			cont.	s.	+	»				x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
28				n. s.	—																		
29			f. ill.	s.	—																		
30				n. s.	—																		
31		25°	punt.	s.	+	»				x	x	x	x	x	x	x	x	x	—	—	—	—	—
32				n. s.	—																		
33			cont.	s.	+	»				x	x	x	x	x	x	x	x	x					
34				n. s.	+	»										o	o	o	o	o	o	o	o
35			f. ill.	s.	—																		
36				n. s.	—																		
37	MANDARINO	10°	punt.	s.	+	sec.																	
38				n. s.	+	»								o	o	o	o	o	o	o	o	o	o
39			cont.	s.	—																		
40				n. s.	+	»								o	o	o	o	o	o	—	—	—	—
41			f. ill.	s.	+	»																	
42				n. s.	—																		
43		18°	punt.	s.	+	ord.					x	x	x	x	x	x	x	—	—	—	—	—	—
44				n. s.	+	sec.	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	
45			cont.	s.	+	»				x	x	x	x	x	x	x	x	x	—	—	—	—	—
46				n. s.	+	»	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	
47			f. ill.	s.	—																		
48				n. s.	—																		
49		25°	punt.	s.	+	»				x	x	x	x	x	—	—	—	—	—	—	—	—	—
50				n. s.	+	»					o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o
51			cont.	s.	+	»				x	x	x											
52				n. s.	+			o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o
53			f. ill.	s.	+	»																	
54				n. s.	—																		

nfezione artificiale.

rsi dall' inoculazione alla comparsa — ria e fino all' invasione totale dei frutti																										del micelio	delle fruttif.	periodo d'incubazione	totale decorso infez.*
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	30	1	2	3	4	5	6	7	8	9	40	1	2	3	4	5				
				x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	—	—	24	< 21
										x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	—	—	30	< 15
o	o	o	o	x																						—	—	8	16
																										5	8	4	8
o	o																									5	9	5	17
																										6-7	9	4	15
o	o	o																								6	10	5	18
o	o	o	o	o	o																					—	—	7	19
																										8	10	4	7
x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x													—	—	19	15
o	o	o	o	o	o	o	o	o	o																	—	—	11	19
x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	—	—	17	33
																										6	9	4-5	13
o	o																									7-9	15	6-8	16
x	x																									6-8	9-10	4	18
																										4-5	8	4-5	9
																										—	—	4	9
o	o	o	o	o	o	o																				—	—	10	17
x	x	x	x	x																						—	—	18	7
o	o	o	o	o	o	o																				—	—	8	19
																										—	—	8	6
		x	x	x	x	x	x																			—	—	22	6
																										6	8	5	7
																										6	7	1	16
																										6	8	4	9
																										8	9	1	16
																										5	8	4	5
o	o	o	o	o	o																					—	—	5	21
																										4-5	9	4	3
o	o	o	o	o	o																					—	—	2	24
x	x	x	x	x																						2-1	—	18	7

BIBLIOGRAFIA

Adam D. B., 1923. — Experiments in Citrus fruit storage. *Journ. Dept. Agr. Victoria,* XXI, pp. 307-317. (RAM, III, 1924, pp. 35-36).

Brizi U., 1903. — Sulla *Botrytis citricola* n. sp. parassita degli agrumi. *Rend. Acc. Lincei* cl. Sez. ser. V, XII, p. 318-324.

Fawcett H. S., 1925. — The decay of Citrus fruits on arrival and in storage at eastern markets. *California Citrogr.* X, pp. 79, 98-99, 103. (RAM, IV, 1925, p. 538).

Graniti A., 1955. — Note fitopatologiche. II - Casi di gommosi del fusto di agrumi da « Botrytis cinerea » Pers. nella valle del Temo (Sardegna). *Agric. Ital.,* LV (n.s. X), pp. 6-9.

Klotz L. J., Calavan E. C. e Zentmyer G. A., 1946. — Un effect of Botrytis rot on Limons. *California Citrogr.* XXXI, pp. 247, 262. (RAM, XXV, 1946, p. 558).

Penzig O., 1887. — Studi botanici sugli agrumi e sulle piante affini. *Annali di agricoltura.* Min. Agr. Ind. Comm. Roma.

Savastano G., 1932. — Ricerche sperimentali sul marciume dei frutti degli agrumi. I - Specie bacteriche e fungine isolate ed alcune loro caratteristiche. *Boll. Staz. Pat. veg. Roma,* n. s. XII, pp. 306-340.

Tzereteli L. Y. e Tchanturia N. N., 1939. — Màlattie degli agrumi in magazzino. *Sovietsk. Bot.* 3, pp. 111-115. (In russo). (RAM, XVIII, 1929, p. 671).

Sassari, febbraio 1955.

Istituto di Agronomia generale e Coltivazioni erbacee
dell'Università di Sassari
(Direttore: Prof. RANIERI FAVILLI)

Effetti della concimazione minerale sulla precocità del carciofo in coltura annuale.

ANTONIO MILELLA

È nota l'importanza che riveste la coltivazione del carciofo in Sardegna e, in modo particolare, nella provincia di Sassari. Questa importanza deriva soprattutto dal fatto che le varietà coltivate (« Spinoso sardo » nella grande maggioranza) forniscono un prodotto notevolmente precoce dotato anche di caratteristiche qualitative di spiccato pregio.

Per il carciofo sardo, quindi, si sono da tempo stabiliti verso i mercati della Penisola favorevoli correnti di esportazione, la cui entità va continuamente aumentando. Il requisito della precocità è quello che, ai fini delle predette esportazioni, riveste la maggiore importanza, in quanto — consentendo di far giungere il prodotto nelle località di consumo in epoca assai anticipata rispetto alle produzioni locali o viciniori — rende economicamente molto conveniente questa coltivazione.

È noto altresì che il carciofo, in Sardegna, viene coltivato sia in coltura poliennale che in coltura annuale. Quest'ultima si attua quasi sempre negli orti industriali e spesso anche in pieno campo, nei terreni migliori e nei quali si possa disporre di acqua irrigua.

La concimazione minerale del carciofo è già stata oggetto di apposite ricerche, condotte in questo Istituto da Barbieri [1] nel 1952.

Quelle da noi effettuate, e delle quali qui riferiamo, hanno avuto lo scopo di esaminare se e fino a che punto la concimazione minerale a base di azoto, fosforo e potassio, soli o diversamente associati, può indurre nel carciofo in coltura annuale una più spiccata precocità di produzione.

Barbieri, nelle predette ricerche — che vennero condotte nello stesso ambiente in cui noi abbiamo operato — affrontò pure questo

[1] BARBIERI R. - Influenza della concimazione minerale sulla produzione del carciofo. *Studi Sass., Sez. III Agr.*, Sassari, v. I, 1953, pp. 132-144.

problema, giungendo in proposito ad interessanti conclusioni. Detto Autore, infatti, sperimentando l'effetto della concimazione fosfatica, azotata, fosfo-azotata e fosfo-azotata-potassica, rilevò come la formula di concimazione « perfosfato + nitrato ammonico » fosse quella che più sensibilmente influiva sulla precocità di produzione delle piante, seguita dalle formule « fosfato biammonico », « perfosfato + solfato ammonico » e « PKN ». Ne concluse, quindi, che la concimazione fosfo-azotata (con parte dell'azoto di pronta assimilazione) è quella che più efficacemente accelera la produzione del carciofo.

Poichè nelle sue prove Barbieri somministrò sempre tutti i concimi nella terza decade di ottobre, quando cioè le piante avevano ormai raggiunto un'avanzata fase di sviluppo, ritenemmo di non trascurabile interesse accertare anche come agisse la concimazione minerale se effettuata in epoca assai più anticipata.

Così nelle nostre prove distribuimmo i fertilizzanti fosfatici ed ammoniacali all'impianto della carciofaia e ritardammo di una quarantina di giorni la distribuzione del fertilizzante nitrico-ammoniacale. Inoltre, nonostante che il terreno se ne dimostrasse abbastanza fornito, ritenemmo opportuno sperimentare più ampiamente l'azione della fertilizzazione potassica.

Le prove vennero condotte nell'annata agraria 1954-55 nella Azienda orticola di proprietà Pinna-Nossai, ubicata in località « Pischina », nelle immediate vicinanze della città di Sassari.

Nell'appezzamento destinato alle prove si prelevarono dei campioni di terreno, che vennero analizzati nell'Istituto di Chimica Agraria dell'Università di Sassari. Dette analisi dettero reperti oscillanti entro i seguenti limiti:

Analisi fisico-meccanica

Scheletro	4	—	9,6	%
Sabbia	44,5	—	67,80	%
Limo	9,5	—	35,85	%
Argilla	17,9	—	34,85	%

Analisi chimica

Azoto totale	0,11	—	0,181	%
Sostanza organica (calcolata in base al contenuto in N)	2,2	—	3,1	%
P_2O_5 assimilabile	60	—	360	kg/ha
K_2O scambiabile	288	—	1200	kg/ha
$CaCO_3$	10,6	—	58,24	%
pH	7,6	—	7,9	

Questo terreno, pertanto, può definirsi di medio impasto, con poco scheletro, mediamente dotato di azoto e di humus, discretamente fornito di fosforo assimilabile ed assai ricco di potassio.

In questo appezzamento — in precedenza coltivato a pomodoro e della superficie di mq 3.000 circa — ricavammo 60 parcelle di mq 48 ciascuna (m 6 × 8). Applicando il sistema dei blocchi randomizzati, raggruppammo le parcelle in cinque blocchi, ciascuno dei quali comprendeva, distribuite secondo la legge del caso, tante parcelle quante erano le tesi prese in esame. Per ciascuna tesi, quindi, si vennero ad avere 5 ripetizioni. Adottando le distanze di cm 80 sulla fila e cm 120 tra le file, in ogni parcella furono posti a dimora 50 « ovoli » [1], ottenendo così un investimento corrispondente a quello normale di circa 10.000 piante per ettaro.

Le parcelle si intervallarono fra di loro di una fila (cioè di m 1,20 oltre il normale intervallo) in modo che, sia con gli adacquamenti che con le pioggie, fosse evitato il trasporto di elementi fertilizzanti da una parcella all'altra.

La messa a dimora degli « ovoli », alle distanze sopra indicate, ebbe luogo nella seconda decade di luglio, dopo che il terreno era stato convenientemente preparato con una aratura a 30-35 cm di profondità e due successive erpicature eseguite in croce. Si impiegarono « ovoli » il più possibile uniformi e di sviluppo pressochè identico.

Le condizioni climatiche del periodo in cui si svolsero le prove, sono messe in evidenza — per quanto riflette le precipitazioni e le temperature — dai dati contenuti nelle tabelle I e II.

La concimazione minerale, nelle formule e nei quantitativi che più avanti indicheremo, fu effettuata al momento dell'impianto, ad eccezione di quella con nitrato ammonico, fertilizzante che invece somministrammo nella prima decade di settembre. Tutti i concimi si distribuirono localizzandoli, in identica quantità, al piede di ciascuna pianta.

Una sufficiente concimazione organica, a base di spazzature, era stata somministrata alla coltivazione precedente.

Durante il ciclo della coltura si effettuarono tre rincalzature e durante la terza si praticò la « spollonatura ».

---

[1] Localmente sono denominati « ovoli » le gemme che si sviluppano alla base di piante adulte. Per ottenere questi « ovoli » si lasciano, su di un appezzamento di conveniente estensione, un certo numero di piante di una carciofaia dell'anno precedente, e da queste, nella seconda quindicina di luglio, si staccano le gemme basali, che, opportunamente scelte, si destinano all'impianto della nuova carciofaia.

TABELLA I.

Precipitazioni del periodo luglio 1954 - febbraio 1955, rilevate all'Osservatorio Meteorologico dell'Istituto di Agronomia dell'Università di Sassari.

Giorni	MESI							
	Luglio mm	Agosto mm	Settembre mm	Ottobre mm	Novembre mm	Dicembre mm	Gennaio mm	Febbraio mm
1	—	—	—	—	—	—	0,8	6,4
2	—	—	—	—	—	—	—	7,2
3	3,4	—	—	—	0,6	—	—	30,0
4	1,2	—	—	—	0,2	—	—	—
5	—	—	—	—	—	—	—	—
6	—	—	—	—	—	5,6	0,2	4,0
7	—	—	—	0,2	—	25,8	—	—
8	—	—	—	1,4	2,0	—	6,2	—
9	—	—	—	0,2	23,4	—	1,0	—
10	—	—	—	—	1,8	2,7	0,8	—
11	—	—	—	—	—	5,6	—	—
12	12,0	—	—	—	3,4	—	—	—
13	5,2	—	2,2	—	—	4,4	—	14,2
14	—	1,2	—	—	—	—	—	—
15	—	—	—	—	—	—	—	—
16	—	—	—	0,4	10,0	—	0,4	2,6
17	—	—	—	4,0	—	—	0,5	1,8
18	—	—	—	—	—	—	—	5,2
19	—	—	0,2	—	—	—	0,6	13,0
20	—	—	—	—	—	—	24,8	3,8
21	—	1,5	—	—	—	—	—	—
22	—	—	—	—	—	—	15,4	—
23	—	—	—	—	—	0,8	6,2	—
24	—	11,4	—	—	—	—	0,6	—
25	—	0,4	—	2,4	—	—	—	—
26	—	—	15,0	—	—	—	—	—
27	—	—	—	—	—	—	20,6	—
28	—	0,2	—	—	—	—	2,6	—
29	—	—	1,2	10,2	—	—	—	—
30	—	—	—	—	—	1,4	—	—
31	—	—	—	—	—	0,2	—	—
Totali mensili	21,8	14,7	18,6	18,8	41,4	46,5	80,7	88,2

Tabella II.

Temperature minime e massime e medie diurne del periodo luglio 1954 - febbraio 1955, rilevate all'Osservatorio meteorologico dell'Istituto di Agronomia della Università di Sassari.

Decadi	Luglio			Agosto			Settembre			Ottobre		
	Min.	Max.	Med.	Min.	Max.	Med.	Min.	Max.	Med.	Min.	Max.	Med.
I	14,7	22,5	18,9	18,9	27,8	23,6	18,0	29,5	23,1	13,2	22,0	17,0
II	15,9	25,0	20,3	17,4	28,3	22,8	17,0	28,3	22,6	11,6	19,7	14,8
III	17,8	29,4	16,2	16,2	25,2	20,2	16,0	23,2	19,0	13,4	21,6	16,4
Medie mensili	16,2	25,4	18,4	17,5	27,4	22,1	17,0	25,3	21,6	12,8	21,1	16,1

Decadi	Novembre			Dicembre			Gennaio			Febbraio		
	Min.	Max.	Med.	Min.	Max.	Med.	Min.	Max.	Med.	Min.	Max.	Med.
I	12,4	20,0	16,5	9,3	14,5	11,3	6,4	12,9	9,0	8,6	14,3	10,9
II	8,8	15,1	11,3	7,6	13,0	9,9	8,0	13,7	11,0	5,8	11,9	8,6
III	9,5	16,0	12,1	8,8	13,5	10,9	7,3	13,0	9,7	6,3	12,1	8,6
Medie mensili	10,2	17,0	13,3	8,9	13,7	10,7	7,3	13,2	9,9	6,9	12,9	9,4

Le formule di concimazione adottate furono le seguenti:

I - Testimone.
II - Solfato potassico + perfosfato + solfato ammonico (K + P + N)
III - Solfato potassico + solfato ammonico (K + N).
IV - Perfosfato + solfato ammonico (P + N).
V - Solfato potassico + perfosfato (K + P).
VI - Solfato ammonico (N).
VII - Perfosfato (P).
VIII - Solfato potassico (K).
IX - Solfato potassico + perfosfato + nitrato ammonico (K + P + N').
X - Perfosfato + nitrato ammonico (P + N').
XI - Nitrato ammonico (N').
XII - Solfato potassico + nitrato ammonico (K + N').

In ciascuna tesi i concimi vennero distribuiti nelle seguenti dosi:

Perfosfato minerale (titolo 16-18 %):
q 7 ad ha (gr 70 a pianta), pari a 119 kg/ha di $P_2 O_5$
Solfato ammonico (titolo 20-21 %):
q 3 ad ha (gr 30 a pianta), pari a 61,5 kg/ha di N
Solfato potassico (titolo 48-50 %):
q 3,5 ad ha (gr 35 a pianta), pari a 171,5 kg/ha di $K_2 O$
Nitrato ammonico (titolo 20-21 %):
q 3 ad ha (gr 30 a pianta) pari a 61,5 kg/ha di N

Dal luglio all'ottobre si effettuarono 32 adacquamenti; dal novembre al gennaio se ne effettuarono soltanto 16. Si pose ogni cura che a tutte le parcelle venisse somministrata, per ogni adacquamento, una quantità di acqua pressochè corrispondente.

Non si ebbero fallanze all'impianto, nè la vegetazione ebbe a risentire in modo palese per attacchi parassitari o per malattie in genere.

Le prime cinque raccolte vennero effettuate alle seguenti date:

I	raccolta:	21	dicembre	1954
II	» :	28	»	1954
III	» :	8	gennaio	1955
IV	» :	18	»	1955
V	» :	24	»	1955

Come abbiamo premesso, lo scopo principale che si prefiggevano queste nostre prove era quello di accertare l'influenza della concimazione minerale sulla precocità di produzione del carciofo, ciò che pertanto ci ha fatto ritenere opportuno prendere in considerazione soltanto i prodotti ottenuti con le raccolte effettuate entro il mese di gennaio, prodotti che sono appunto quelli che, come primizie, rivestono commercialmente l'importanza maggiore. In questa nota, quindi, non viene presa in esame l'influenza che dette concimazioni possono avere esercitato sul complesso della produzioni, ossia su quella ottenibile dalle piante fino al termine del loro periodo produttivo.

Per l'apprezzamento della produzione ci siamo riferiti soltanto al numero dei capolini raccolti e non al loro peso. D'altra parte — oltre ad aver considerato che proprio il numero è l'unità di misura con cui questo prodotto più comunemente si valuta — abbiamo sempre scrupolosamente curato, per tutte le tesi e per tutte le epoche di raccolta, di staccare dalla pianta soltanto i capolini che avessero raggiunto un normale e pressochè identico grado di sviluppo.

Per stabilire la significanza della prova e per determinare le differenze minime significative fra le diverse tesi, i dati ottenuti li abbiamo elaborati con il metodo della varianza.

***

Nella tabella III si riportano i dati relativi al numero medio di capolini a parcella ottenuto in ciascuna raccolta e nel complesso delle cinque raccolte; nella tabella IV figura la produzione media progressiva a parcella. Dall'esame delle predette tabelle appare evidente come, nel complesso delle cinque raccolte, il più elevato numero di capolini si sia ottenuto con la formula « perfosfato + solfato potassico». Anche il solo « solfato ammonico » e le formule « perfosfato + solfato potassico + nitrato ammonico », « solfato potassico + nitrato ammonico » e « solfato potassico + solfato ammonico » hanno pure dimostrato un'azione nettamente favorevole e superiore alle altre formule sperimentali. Il nitrato ammonico, solo od associato al perfosfato, sembra invece tenda a ritardare la produzione della carciofaia, come è dimostrato dal basso numero di capolini ottenuto, con queste formule di concimazione, nelle prime cinque raccolte. Sempre in questo periodo iniziale di fruttificazione, trascurabile è l'incremento determinato dalla concimazione con « perfosfato » e da quella con « perfosfato + solfato ammonico ».

Quanto sopra può del resto più chiaramente rilevarsi dalla tabella V, nella quale sono messe in evidenza — per quanto riguarda il numero dei capolini complessivamente ottenuti nelle cinque raccolte — le differenze riscontrate fra le diverse tesi e la loro significanza.

Ma il numero più o meno elevato di capolini complessivamente ottenuto non riteniamo sia sufficiente a mettere in precisa evidenza la precocità di produzione indotta dalle diverse formule di concimazione da noi sperimentate. Occorre infatti tener conto, oltre che della quantità complessiva di prodotto precoce (come in effetti può essere definito quello complessivamente ottenuto nel periodo considerato) anche di come questa produzione è venuta a distribuirsi nel tempo.

Per raggiungere questo scopo, noi abbiamo adottato un criterio di valutazione della precocità che differisce sostanzialmente da quello comunemente impiegato, con il quale la precocità viene ad essere apprezzata in base alla percentuale che, del prodotto totale, si ottiene alle diverse epoche di raccolta. Questo « criterio della percentuale » riteniamo, d'altra parte, possa anche portare ad inesatti apprezzamenti.

Il criterio da noi seguito — ed adottabile per valutare la precocità di qualsiasi coltivazione che fornisca una produzione ripartita nel tempo — consente di calcolare un indice (che abbiamo chiamato « indice di pre-

TABELLA III.

Numero medio di capolini a parcella ottenuto in ciascuna raccolta e nel complesso delle cinque raccolte.

Tesi	Formule di concimazione	1ª raccolta (21-XII-54)	2ª raccolta (28-XII-54)	3ª raccolta (8-I-55)	4ª raccolta (18-I-55)	5ª raccolta (24-I-55)	Totale delle cinque raccolte
I	Testimone	4,0	12,0	18,0	35,8	30,0	99,8
II	K+P+N	10,2	16,0	32,2	30,8	23,6	112,8
III	K+N	10,6	10,6	32,6	35,8	32,4	122,0
IV	P+N	5,2	9,2	23,4	32,8	35,2	105,8
V	P+K	16,4	17,6	27,6	56,0	24,2	141,8
VI	N	7,4	21,8	29,6	38,0	37,8	134,6
VII	P	3,0	12,0	20,2	34,4	33,4	103,0
VIII	K	12,6	11,0	23,2	38,6	20,4	105,8
IX	P+K+N'	10,2	18,4	31,4	37,8	28,4	126,2
X	P+N'	5,4	10,8	21,0	35,6	25,0	97,8
XI	N'	5 2	6,4	20,6	22,4	24,0	78,6
XII	K+N'	7.0	14,0	31,4	37,0	35,4	124.8
	D.m.s. (P=0,05	2,3	2,3	2,3	3,7	3,6	5,1
	D.m.s. (P=0,01	3,1	3,0	3,1	4,9	4,9	6,9

TABELLA IV.

Produzione media progressiva a parcella (numero di capolini).

Tesi	Formule di concimazione	1ª raccolta	1ª+2ª raccolta	1ª+2ª+3ª raccolta	1ª+2ª+3ª+4ª raccolta	Totale delle cinque raccolte
I	Testimone	4,0	16,0	34,0	69,8	99,8
II	K+P+N	10,2	26,2	58,4	89,2	112,8
III	K+N	10,6	21,2	53,8	89,6	122,0
IV	P+N	5,2	14,4	37,8	70,6	105,8
V	K+P	16,4	34,0	61,6	117,6	141,8
VI	N	7,4	29,2	58,8	96,8	134,6
VII	P	3,0	15,0	35,2	69,6	103,0
VIII	K	12,6	23,6	46,8	85,4	105,8
IX	K+P+N'	10,2	28,6	60,0	97,8	126,2
X	P+N'	5,4	16,2	37,2	72,8	97,8
XI	N'	5,2	11,6	32,2	54,6	78,6
XII	K+N'	7,0	21,0	52,4	89,4	124,8

Tabella V.

Differenze fra le diverse tesi per il numero medio complessivo di capolini ottenuti nelle cinque raccolte.

Tesi	Formule di concimazione	Numero medio complessivo di capolini a parcella	DIFFERENZE RISPETTO ALLE TESI											
			I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
			Testimone	K+P+N	K+N	P+N	K+P	N	P	K	K+P+N'	P+N'	N'	K+N'
I	Testimone	99,8	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
II	K+P+N	112,8	13,0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
III	K+N	122,0	22,2	9,2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
IV	P+N	105,8	6.0*	— 7,0	—16,2	—	—	—	—	—	—	—	—	—
V	K+P	141,8	42,0	29,0	19,8	3,6**	—	—	—	—	—	—	—	—
VI	N	134,6	34,8	21,8	12,6	28,8	— 7,2	—	—	—	—		—	—
VII	P	103,0	3,2**	— 9,8	—19,0	— 2,8**	—38,8	—31,6	—	—	—	—	—	—
VIII	K	105,8	6,0*	— 7,0	—16,2	0,0**	—36,0	—28,8	2,8**	—	—	—	—	—
IX	K+P+N'	126,2	26,4	13,4	4,2**	20,4	—15,6	— 8,4	23,2	20,4	—	—	—	—
X	P+N'	97,8	— 2,0**	—15,0	—24,2	— 8,0	—44,0	—36,8	— 5,2*	— 8,0	—28,4	—	—	—
XI	N'	78,6	—21,2	—34,2	—43,4	—27,2	—63,2	—56,0	—24,4	—27,2	—47,6	—19,2	—	—
XII	K+N'	124,8	25,0	12,0	2,8**	19,0	—17,0	— 9,8	21,8	19,0	1,4**	27,0	46,2	—

(*) Differenza significativa per P = 0,05.

(**) Differenza non significativa.

Le altre differenze sono tutte significative per P = 0,01.

TABELLA VI.

Indici di precocità.

Tesi	Formule di concimazione	Prodotti: Num. capolini raccolti × per Num. giorni dall'impianto alla raccolta					Totale dei prodotti	Indici di precocità
		1ª raccolta — dall'impianto: giorni 154	2ª raccolta — dall'impianto: giorni 161	3ª raccolta — dall'impianto: giorni 172	4ª raccolta — dall'impianto: giorni 182	5ª raccolta — dall'impianto: giorni 188		
I	Testimone	616,0	1.932,0	3.096,0	6.515,6	5.640,0	17.799,6	178,35
II	K+P+N	1.570,8	2.576,0	5.538,4	5.605,6	4.436,8	19.727,6	174,89
III	K+N	1.632,4	1.706,6	5.607,2	6.515,6	6.091,2	21.553,0	176,66
IV	P+N	800,8	1.481,2	4.024,8	5.969,6	6.617,6	18.894,0	178,58
V	P+K	2 525,6	2.833,6	4.747,2	10.192,0	4.549,6	24 848,0	175,23
VI	N	1 139,6	3.509,8	5.091,2	6.916,0	7.106,4	23.763,0	176,54
VII	P	462,0	1.932,0	3.474,4	6.260,8	6.279,2	18.408,4	178,72
VIII	K	1.940,4	1.771,0	3.990,4	7.025,2	3.835,2	18.562,2	175,44
IX	P+K+N'	1.570,8	2.962,4	5.400,8	6.879,6	5.339,2	22.152,8	175,53
X	P+N'	831,6	1.738,8	3.612,0	6.479,2	4.700,0	17.361,6	177,52
XI	N'	800,8	1.030,4	3.543,2	4.076,8	4.512,0	13.963,2	177,64
XII	K+N'	1.078,0	2.254,0	5.400,8	6.734,0	6.655,2	22.122,0	177,25
	D.m.s. P=0,05	—	—	—	—	—	—	1,8
	D.m.s. P=0,01	—	—	—	—	—	—	2,4

cocità ») che non può essere influenzato dall'entità di produzione. Questo « indice di precocità » lo abbiamo determinato con un calcolo perfettamente analogo a quello con cui, nel campo dell'analisi delle sementi, si determina l'energia germinativa; ossia, nel nostro caso, abbiamo moltiplicato, per ogni tesi, il numero dei capolini ottenuto in ciascuna raccolta per il numero dei giorni intercorsi dall'impianto della coltivazione alla data della raccolta stessa. La somma dei prodotti così ottenuti per le cinque raccolte, l'abbiamo poi divisa per il numero totale dei capolini.

Questi « indici di precocità », per le diverse tesi sperimentate, sono riportati nella tabella VI, mentre nella successiva tabella VII sono messe in evidenza le differenze e la loro significanza, che, per detto indice, si sono riscontrate fra le diverse formule di concimazioni sperimentate.

I dati ottenuti, in base alla predetta elaborazione, ci consentono di trarre la conclusione che la concimazione fosfo-potassico-ammoniacale (tesi II) è quella che — nelle condizioni in cui si sono svolte le nostre prove — più di ogni altra favorisce la precocità di produzione nel carciofo. Anche la concimazione fosfo-potassica (tesi V), quella potassica (tesi VIII) e quella fosfo-potassico-azotata (tesi IX) influiscono decisamente e positivamente su questa caratteristica biologica della pianta. Azione no-

TABELLA VII.

Differenze fra le diverse tesi per l'« indice di precocità ».

Tesi	Formule di concimazione	Indici di precocità	DIFFERENZE RISPETTO ALLE TESI											
			I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
			Testimone	K+P+N	K+N	P+N	K+P	N	P	K	K+P+N'	P+N'	N'	K+N'
I	Testimone	178,35	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
II	K + P + N	174,89	—3,46	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
III	K + N	176,66	—1,69**	1,77**	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
IV	P + N	178,58	0,23**	3,69	1,92*	—	—	—	—	—	—	—	—	—
V	K + P	175,23	—3,12	0,34**	—1,43**	—3,35	—	—	—	—	—	—	—	—
VI	N	176,54	—1,81*	1,65**	—0,12**	—2,04*	1,31**	—	—	—	—	—	—	—
VII	P	178,72	0,37*	3,83	2,06**	0,14**	3,49	2,18*	—	—	—	—	—	—
VIII	K	175,44	—2,91	0,55**	—1,22**	—3,14	0,21**	—1,10**	—3,28	—	—	—	—	—
IX	K + P + N'	175,53	—2,82	0,64**	—1,13**	—3,05	0,30**	—1,01**	—3,19	0,09**	—	—	—	—
X	P + N'	177,52	—0,83**	2,63	0,86**	—1,06**	2,29*	0,98**	—1,20**	2,08*	1,99*	—	—	—
XI	N'	177,64	—0,71**	2,75	0,98**	—0,94**	2,41	1,10**	—1,08**	2,20*	2,11*	0,12**	—	—
XII	K + N'	177,25	—1,10**	2,36*	0,59**	—1,33**	2,02*	0,71**	—1,47**	1,81*	1,72**	—0,27**	—0,39**	—

(*) Significativa per P = 0,05.

(**) Non significativa.

Le altre differenze sono tutte significative per P = 0,01.

tevolmente minore è svolta dalla concimazione potassico-ammoniacale (tesi III) e da quella ammoniacale (tesi VI).

Appare quindi evidente come una particolare azione sulla precocità sia svolta da quelle concimazioni nella cui formula è stato incluso il potassio, la cui funzione fisiologica, di natura essenzialmente energetica, è — come noto — quella di stimolare attivamente la funzione clorofilliana ed i processi respiratori. Se il terreno in cui si sono svolte le prove non può dirsi certamente carente di questo elemento, non bisogna però dimenticare come il carciofo sia, nei riguardi del potassio, una delle piante maggiormente esigenti.

RIASSUNTO

Si riferiscono i risultati di prove sperimentali condotte allo scopo di accertare se, e fino a che punto, la concimazione minerale a base di azoto, fosforo e potassio, soli o diversamente associati, può influire sulla precocità di produzione del carciofo in coltura annuale.

Da queste prove — che sono state condotte nell'annata 1954-55 in un orto irriguo dell'agro di Sassari — è risultato che, fra le undici formule sperimentate, la concimazione fosfo-potassico-ammoniacale (perfosfato minerale 7 q/ha + solfato ammonico 3 q/ha + solfato potassico 3,5 q/ha) è quella che favorisce più di ogni altra la precocità di produzione del carciofo. Anche le formule « perfosfato + solfato potassico » (rispettivamente nelle dosi di 7 e 3,5 q/ha), « solfato potassico » (3,5 q/ha) e « perfosfato + solfato potassico + nitrato ammonico (rispettivamente nelle dosi di 7, 3,5 e 3 q/ha) influiscono pure positivamente su questa caratteristica biologica della pianta.

Sembra, pertanto, che — nelle condizioni in cui si sono svolte le prove — una particolare azione sulla precocità sia svolta da quelle concimazioni nella cui formula è stato incluso il potassio.

Sassari, aprile 1955

Istituto di Patologia vegetale dell'Università di Sassari
(Direttore: Prof. OTTONE SERVAZZI)

Contributi alla patologia delle piante ornamentali coltivate in Sardegna.

I

La maculatura dei « Ruscus » ornamentali da « Coniothyrium sardoum » n. sp. (« Leptosphaeria rusci » v. « sardoa » n. v.) (*).

ULISSE PROTA

Le tre specie di *Ruscus* - *R. aculeatus* L. (volg. pugnitopo), *R. hypophyllum* L. (volg. bislingua) e *R. hypoglossum* L. (volg. linguetta) — spontanee nella regione circummediterranea dell'Europa — sono da tempo introdotte nei giardini come piante da bordura per i loro cladodi sempreverdi simulanti foglie che, specialmente nelle ultime due specie, sono piuttosto grandi e lucenti onde le piante stesse vengono chiamate in alcune regioni d'Italia anche col nome volgare di « lauro selvaggio ».

Esse non sono certamente piante ornamentali di alto pregio, ma, particolarmente in regioni a clima poco favorevole ad altre specie da bordure sempreverdi, sono largamente usate nei giardini. Così è anche a Sassari nei cui giardini non mancano mai gruppi di *R. hypophyllum* e *R. hypoglossum*.

Purtroppo la bellezza di queste piante è molto compromessa da una malattia assai diffusa che colpendo talora la maggioranza dei cladodi deturpa fortemente le piante stesse.

All'inizio dell'infezione, che in generale si verifica verso la metà di febbraio, i cladodi si presentano con delle macchie o periferiche, situate apicalmente o lateralmente, di forma irregolare ed aventi tendenza ad estendersi su tutta la lamina (Tav. II, 1), o formantisi in un punto qualsiasi del cladodo stesso (Tav. II, 2).

Nel primo caso il colore è inizialmente giallo-scuro, per assumere in seguito una tonalità grigia da tessuto necrotizzato che facilmente col tempo

---

(*) Si coglie l'occasione per ringraziare il dott. Ercole Contu, Direttore del locale Museo Nazionale G. A. Sanna per la cortese collaborazione durante la raccolta del materiale.

presenta delle sfilacciature e lacerazioni. Il contorno di tali macchie è generalmente definito, in quanto si presenta con un sottile orlo rilevato bruno o rosso mattone, oltre il quale il tessuto verde, evidentemente risentendo dell'azione del fungo, perde il caratteristico colore naturale per assumere quello iniziale dell'infezione, formando un'areola clorotica. In altri casi, più rari, il contorno sfuma gradualmente nel tessuto sano.

Fig. I - Cladodo di *Ruscus hypophyllum* L. (leggerm. ingr.) attaccato da *Coniothyrium sardoum* n. sp. — *Leptosphaeria rusci* (Wallr.) Sacc. v. *sardoa* n. v.

Nel secondo caso l'inizio dell'infezione si manifesta in un qualsiasi punto della lamina del cladodo, generalmente nella parte più interna, con delle minute macchie tutte nere e lievemente sopraelevate. Queste successivamente ingrandendosi, mantengono alla periferia un orlo del colore iniziale mentre all'interno viene a formarsi e si allarga il tessuto necrotico. Dette macchie sono sempre nettamente delimitate e, come nel caso precedente, si nota intorno ad esse un alone clorotico che sfuma nel tessuto sano. Quando la macchia raggiunge le dimensioni di circa 8 - 10 mm. il tessuto necrotico interno spesso si sfilaccia e cade lasciando la lamina forata.

Le suddette macchie possono trovarsi sugli stessi cladodi presentanti le alterazioni precedentemente descritte e sovrapporvisi, per cui è possibile chiaramente distinguere, anche su cladodi completamente necrotizzati, le due alterazioni (fig. I).

Ambedue le alterazioni continuano a progredire sui cladodi attaccati ed a manifestarsi su nuovi, per tutta la primavera sino alla metà di giugno;

in questo periodo generalmente la malattia si arresta e la pianta, che ha reagito all'attacco rigettando nuovi germogli, si presenta abbastanza rigogliosa, ma, tra la nuova vegetazione, si possono facilmente scorgere i rametti colpiti con i cladodi completamente secchi (Tav. II, 3). Raramente capita che l'alterazione si concluda con la « defogliazione ».

La sintomatologia descritta non presenta notevoli differenze nelle due specie di *Ruscus (R. hypophyllum* e *R. hypoglossum)*.

Sulle macchie in entrambi i casi, a circa un mese dalla loro comparsa, si sviluppano numerosissimi corpi fruttiferi che cospargono tutta la superficie ormai necrotica. L'osservazione dei medesimi mi ha permesso di rilevare che si tratta di due differenti tipi di fruttificazione, dei quali uno appartenente ad un Ascomicete e l'altro ad uno Sferopsidale (Tav. II, 4).

Il primo dei funghi, riscontrato su entrambi i tipi di macchie, ma decisamente più numeroso su quelle periferiche, possiede periteci bruni, da prima sottoepidermici, globosi o pressochè sferici, quindi erompenti e caratterizzati da una forma più differenziata (a fiaschetto), provvisti di collo corto ostiolato ed aventi larghezza variabile da 150 a circa 200 μ ed altezza, collo compreso, intorno ai 140 μ. Il peridio è in genere pluristratificato composto da cellule brune irregolarmente poliedriche e serrate. Gli aschi, allungato-claviformi, contengono ciascuno 8 ascospore fusoidee, aventi la prima cellula (superiore) lievemente appuntita e l'ultima nettamente arrotondata, gialle, 5-6 cellulari e solo eccezionalmente 10 cellulari (Tav. II, 5-7). Parafisi ialine, molto sottili, bene evidenti solo nei periteci giovani, in genere più lunghe degli aschi, semplici o variamente ramificate e settate. Le dimensioni sono le seguenti:

aschi: 79-91 x 11-16 μ, con una media più frequente di 85 x 15-16 μ;
ascospore: 5-cellulari - 20,3-31,75 x 5-6,5 μ, con una media di 24,35 x 5,5 μ ed una media più frequente di 25,4 (18 %) - 24,13 (33 %) - 22,86 (14 %) x 5-6 μ;
ascospore: 6 - cellulari - 25,4 - 27,9 x 5 - 6,5 μ, con una media di 26,25 x 6 μ.
Le ascospore 6-cellulari rappresentano circa il 10 % del totale delle ascospore esaminate.
L'unica ascospora 10-cellulare riscontrata misurava 33 x 6,5 μ.

In base ai caratteri morfologici descritti ritengo di poter ascrivere il fungo al gen. *Leptosphaeria* Ces. et De Not. degli Sphaeriales.

Su specie del genere *Ruscus* sono state finora descritte le seguenti specie di *Leptosphaeria: L. rusci* (Wallr.) Sacc. (Syll. II, p. 74) segnalata su *R. aculeatus, R. hypoglossum, R. androgynus,* (= *Semele androgyna* Kunth.) in Inghilterra, Francia, Belgio, Austria, Spagna, Italia; *L. rusci-*

cola Karst. et Har. (Syll. IX, p. 785) su *Ruscus* sp. e *R. aculeatus* in Francia; *L. rusci* (Wallr.) Sacc. var. *hypophylli* Maire (Syll. XXII, p. 230) su *Ruscus hypophyllum* in Tunisia; *L. ruscicola* Karst. et Har. *f. cladodiicola* Gonz. Frag. (Syll. XXIV, p. 997). Inoltre una *L. conoidea* De Not. segnalata su *Angelica* sp., *Urtica* sp. ecc. in Italia, Finlandia, Inghilterra, ecc. è stata riscontrata anche su *Ruscus* sp. dal Saccardo (Syll. II, p. 14 - «.*vidi in Rusco ex Gallia prorsum similens* »).

Riporto di seguito (dalle diagnosi originali) le caratteristiche delle spore delle specie e varietà predette, confrontate con quelle della forma da me descritta:

L. rusci = 15-20 x 3,5-4,5 μ, 6 cellule giallognole;
L. ruscicola = 33 x 6 μ, 4 cellule giallastre o clorine col 2° loculo rigonfiato;
L. rusci var. *hypophylli* = 28-35 x 6,5-7 μ, 4 cellule giallognole;
L. ruscicola var. *cladodiicola* = 18-24 x 4,5-5 μ, 4-5 cellule giallastre col 2° loculo rigonfiato;
L. conoidea = 15-20 x 4 μ, 4 cellule olivaceo-fuligginose, (molto ricurvate);
Forma riscontrata in Sardegna = 20,3-31,75 x 5-6 μ, 5-6 cellule gialle.

Nessuna delle 5 specie e varietà predette corrisponde a quella da me riscontrata in Sardegna. Infatti ne differiscono in parte per le dimensioni delle ascospore che sono inferiori in alcune *(L. rusci, L. ruscicola* var. *cladodiicola* e *L. conoidea)* e superiori nelle altre *(L. ruscicola, L. rusci* var. *hypophylla)*, ed in parte per il numero delle cellule.

Poichè il numero delle cellule costituenti le ascospore, può considerarsi come un carattere tassonomico differenziale più importante delle dimensioni delle ascospore stesse, ritengo di poter riferire la forma da me riscontrata in Sardegna (Sassari) ad una nuova varietà della *L. rusci* (Wallr.) Sacc., per la quale propongo il nome di:

Leptosphaeria (Wallr.) Sacc. var. **sardoa** mihi.

A tipo differt sporidiis longioribus (5 *cellul.* 20,3-31,75 x 5-6,5 μ *medio* 24,35 x 5,5 μ - *plerumque* 25,4 (18 %) - 24,13 (33 %) - 22,86 (14 %) x 5,6 μ; 6 *cellul.* 25,4-27,9 x 5-6,5 μ *medio* 26,25 x 6

Hab. parasitica in cladodiis vivis *Rusci hypophylli* et *R. hypoglossi;* Sassari (Sardiniae, Ital.).

Sulle medesime macchie si osservano anche picnidi, molto rari su quelle periferiche, ma in discreto numero su quelle rotonde interne. Hanno forma subglobosa e sono da prima immersi, quindi erompenti, bruno-scuri, a peridio pluristratificato e formato da cellule grandi quasi isodiametriche, ben

visibili; dimensioni diametrali comprese tra i 110 ed i 158 μ, con valori medi tra i 130 ed i 140 μ. Conidi, da giovani rotondeggianti o lievemente ellittici, ialini o di colore lievemente clorino e da adulti, cilindroidi ellittici, dritti e lievemente incurvati (botuliformi) con apici arrotondati di colore tendente al giallo ocra, a plasma finemente granuloso; dimensioni varianti intorno i 6,35-10,79 x 2,79-3,55 μ, con una media di 8,9 x 3,23 μ ed una media più frequente di 7,62 (42 %) x 3,17 (73 %) μ. (Tav. II, 8, 9).

Il fungo appartiene senza alcun dubbio, dati i caratteri morfologici dei picnidi ed il colore dei conidi, al gen. *Coniothyrium* Corda degli Sphaeropsidales.

Su *Ruscus* non risulta per ora descritta alcuna specie di questo genere. Pertanto ritengo di doverla considerare come una *species nova* per la quale propongo il nome di:

Coniothyrium sardoum mihi.

Picnidiis sparsis, amphigenis, initio epidermide tectis, demum erumpentibus, obscure brunneis, 110-158, *medio* 130-140 μ; *conidiis primo rotundis vel ellipsoideis, chlorinis, dein oblongo-ellipsoideis, utrinque late rotundatis, rectis vel leniter curvulis, flavo-ochraceis, minute granulosis* 6,35-10,79 x 2,79-3,55, *medio* 8,09 x 3,23, *plerumque* 7,62 x 3,17 μ.

Hab. in maculis exaridis, in cladodiis vivis *Rusci hypophylli* et *R. hypoglossi,* Sassari (Sardiniae, Ital.). Socia adest *Leptosphaeria rusci* v. *sardoa,* quae verisimiliter est eius forma ascophora.

I due funghi ora descritti si trovano sempre associati sulle medesime macchie; il rapporto numerico tra picnidi e periteci può variare. Ritengo perciò che tra essi esista un nesso metagenetico, benchè non abbia eseguito nè prove d'inoculazione artificiale con le ascospore di *L. rusci* v. *sardoa,* o con i conidi di *Coniothyrium sardoum,* nè colture artificiali, onde poterlo stabilire in via sicura. L'ipotesi che *Coniothyrium sardoum* rientri, come forma imperfetta nel ciclo di *L. rusci* v. *sardoa* non presenta nulla di strano, quando si ricordi che per esempio *C. fuckelii* Sacc. appartiene al ciclo di *L. coniothyrium* (Fuck.) Sacc. (M a r t i n, 1929, p. 879); e che *C. vagabundum* Sacc. (su *Cornus sanguinea*) e *C. conoideum* Sacc. (su *Angelica silvestris*) vengono considerate come forme picnidiche rispettivamente di *L. vagabunda* Sacc. e *L. conoidea* De Not.

È però opportuno aggiungere che la specie *L. rusci* viene messa in relazione con una *Phyllosticta* e precisamente *P. ruscicola* Dur. et Mont.; inutile dire che quest'ultima non ha nulla a che vedere con *C. sardoum.*

In Italia assai numerose sono le segnalazioni di *P. rusci, P. ruscicola, P. hypoglossi,* nonchè di *Leptosphaeria ruscicola.*

In Sardegna sono state segnalate *Leptosphaeria rusci* da Saccardo (in Barbey, 1884) a Seui, e *Phyllosticta ruscicola* dalla Mameli (1907) a Tempio.

RIASSUNTO

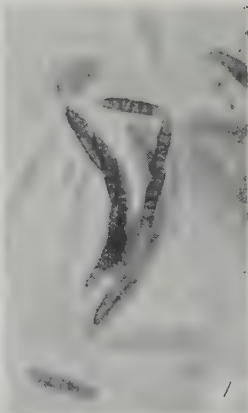
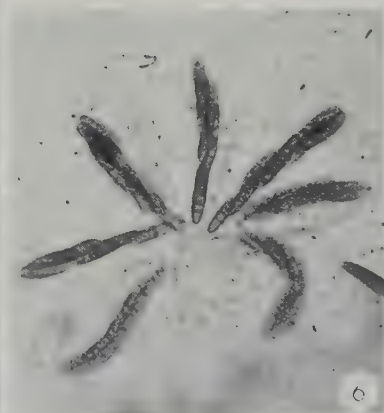
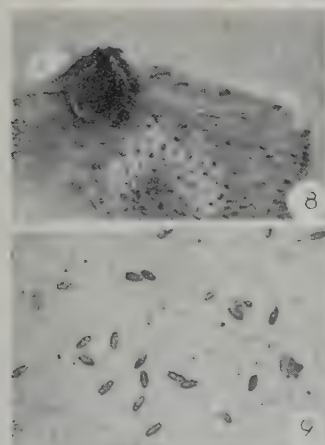
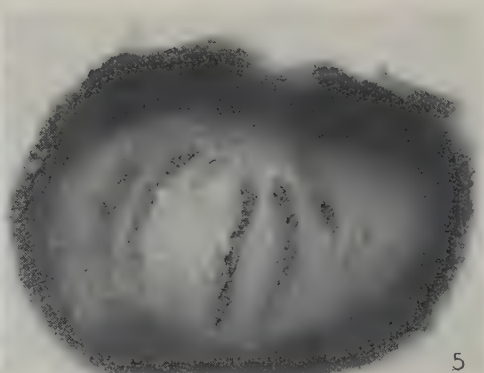
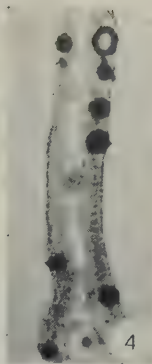
Viene descritta una malattia (maculatura) dannosa ai *Ruscus (R. hypophyllum* L. e *R. hypoglossum* L.) coltivati come piante ornamentali sempreverdi da bordure in Sardegna. Sulle macchie sono stati riscontrati una *Leptosphaeria* presentante caratteri diversi da quelli delle specie e var. congeneri note pei *Ruscus,* per la quale si propone il nome di *L. rusci* (Wallr.) Sacc. var. *sardoa;* e un *Coniothyrium* che viene considerato come una specie nuova per la quale si propone il binomio *C. sardoum.* Di ambedue vengono dati i caratteri morfologici e si ritiene che *C. sardoum* rappresenti la forma imperfetta di *L. rusci* v. *sardoa.*

BIBLIOGRAFIA

Barbey W., 1884. — Florae sardoae Compendium. Lausanne, 265 pp.

Mameli Eva, 1907. — Sulla flora micologica della Sardegna. I Contribuzione. *Atti Ist. Bot.* Pavia, II sez., XIII (1914), pp. 153-175.

Martin G. H., 1929. — Polymorphism of *Leptosphaeria coniothyrium* (Fuck.) Sacc. *Phytopathology,* XIX, p. 879.

Sassari, aprile 1955.

Coniothyrium sardoum n. sp. — *Leptosphaeria rusci* (Wallr.) Sacc. v. *sardoa* n. v.

(Spiegazione nel testo)

Fig. 1-2, leggermente ridotte.
Fig. 4, ingr. circa 15 x.

Fig. 5-6-7-9, ingr. circa 300 x.
Fig. 8, ingr. circa 80 x.

Istituto di Zootecnica generale dell'Università di Sassari
(Direttore inc.: Prof. PIETRO DASSAT)

Sulla resa del latte di pecora sarda in formaggio pecorino romano ed in ricotta.

SALVATORE TANDA
Incaricato di Approvvigionamenti annonari, mercati e industrie degli alimenti di origine animale.

In Sardegna, l'industria casearia è la principale branca delle industrie agricolo-zootecniche le quali formano la base dell'economia dell'Isola.

Secondo la media dedotta dai dati riportati dall'Istituto Centrale di Statistica per il decennio 1939-1948, annualmente nei caseifici industriali, nelle aziende zootecniche transumanti e nelle lavorazioni casalinghe si trasformano in formaggio circa 1.347.575 ettolitri di latte, dai quali si ottengono 165.000 q.li circa di formaggio di vario tipo: *pecorino romano, fiore sardo, cotronese, caciocavallo,* ecc.

I caseifici industriali producono quasi esclusivamente formaggio di tipo *pecorino romano,* destinato all'esportazione sopratutto nel Nord America; invece le aziende zootecniche transumanti e le lavorazioni casalinghe producono normalmente formaggio dei tipi *fiore sardo, cotronese, caciocavallo,* per il consumo locale.

L'attività dei piccoli caseifici inizia verso la metà dell'autunno per finire al principio dell'estate, l'attività dei caseifici industriali si protrae da gennaio a giugno e coincide con la maggior produzione di latte, che, come si sa, per ovvie ragioni, diventa sempre più scarsa, quanto più si avvicina l'estate.

Allo scopo di studiare le variazioni delle rese in formaggio ed in ricotta abbiamo esaminato la produzione di formaggio pecorino romano e di ricotta ottenuta da kg 321.352 di latte di pecora lavorati dal caseificio B. P. di Bosa (Nuoro) durante il periodo 1 gennaio - 15 giugno degli anni 1953 e 1954.

TECNICA DI LAVORAZIONE DEL LATTE.

Prima di riferire i dati relativi al latte lavorato, verrà succintamente descritta la tecnica secondo la quale furono prodotti il formaggio e la ri-

cotta nei due anni presi in esame, tecnica che nel corso dei due anni non subì alcuna variante perchè il latte venne lavorato sempre nello stesso modo e sotto la direzione di uno stesso casaro.

Il latte appena arrivato in caseificio era pesato e filtrato e quindi sottoposto ad analisi.

La media dei dati delle analisi praticate sulle diverse partite di latte risultò la seguente:

densità (a + 15° C)	1.0373
grasso	7,0 %
sostanza secca	18,2 %
residuo magro	11,2 %

Al latte portato alla temperatura di 37° C veniva aggiunto presame in pasta, prodotto secondo le consuetudini locali, in quantità tale da ottenere la coagulazione in 12-15'. La cagliata, lasciata rinforzare per 5-6' e privata della pellicola superficiale veniva frantumata con la lira, e soltanto in rari casi con lo spino, e quindi riscaldata fino a 45-46° C in modo da ottenere una buona separazione del siero e fare sì che i grumi caseosi

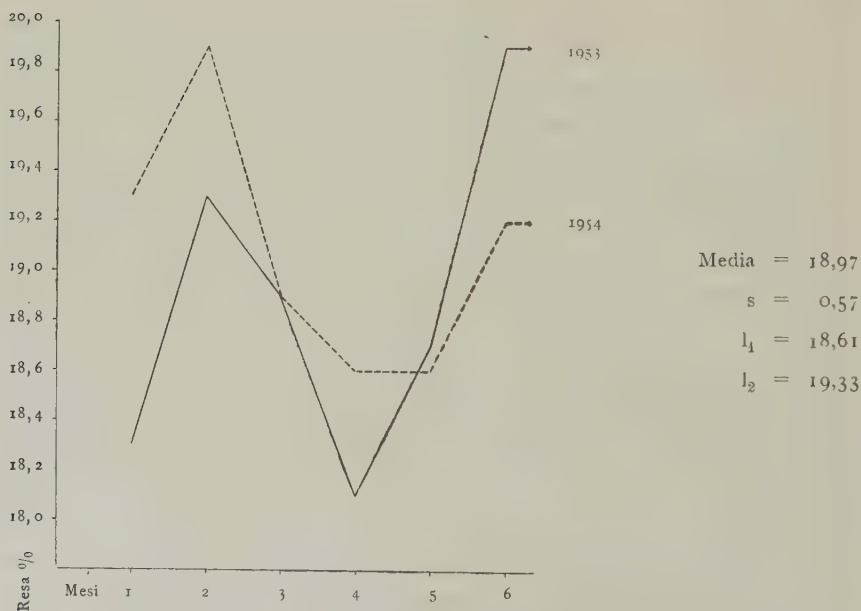



Fig. I - Resa % in formaggio (anni 1953-1954)

acquistassero la tendenza a riunirsi in una massa compatta. La cagliata lasciata riposare per 15' era opportunamente lavorata onde favorire un ulteriore eliminazione del siero. La massa caseosa così ottenuta, ridotta in porzioni di volume press'a poco uguale a quello della capacità delle fasciere per formaggio di tipo pecorino romano, era così modellata.

La ricotta si otteneva secondo la comune tecnica e cioè portando il siero alla temperatura di 77-78° C.

Formaggio e ricotta, trasportati in appositi locali, erano pesati 24 ore dopo la fabbricazione e su tale peso è stata calcolata la resa del latte.

Resa del latte lavorato.

Nelle seguenti tabelle 1 e 2 e nelle figure I e II sono riportati i dati relativi ai kg di latte lavorato, al numero delle forme ottenute, ai kg di formaggio e di ricotta prodotti ed alla resa percentuale relativa, distintamente per i mesi e per gli anni considerati.

Nel periodo dal quindici aprile al quindici giugno affluiva separatamente al caseificio il latte delle due mungiture, della mattina e della sera.

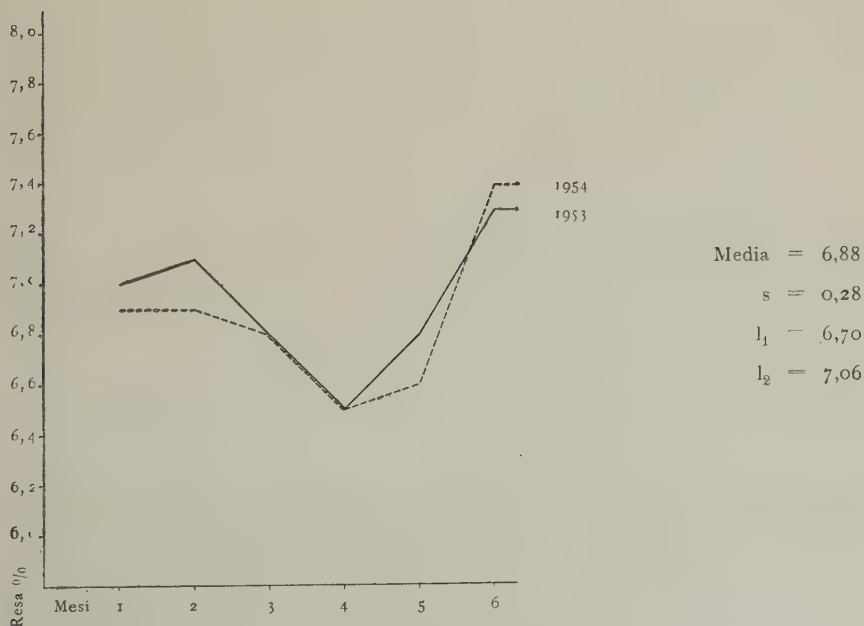



Fig. II - Resa % in ricotta (anni 1953-1954)

Questo fatto ha consentito di osservare che il latte munto e lavorato la sera ha dato, nel biennio, una resa in formaggio superiore di circa l'1,5 % rispetto a quello munto e lavorato in mattinata.

Ciò a nostro avviso è da mettersi in relazione con vari fattori quali l'aumentata evaporazione cutanea, l'orario e la tecnica di mungitura e via dicendo.

Tab. 1 - Produzione e rese in formaggio e ricotta durante il 1953

Mesi	Latte kg	Forme n.	Formaggio kg	Resa % media	Ricotta kg	Resa % media
gennaio	15.549	220	2.841	18,3	1.096	7,0
febbraio	23.554	352	4.536	19,3	1.676	7,1
marzo	32.718	476	6.168	18,9	2.225	6,8
aprile	46.999	669	8.499	18,1	3.054	6,5
maggio	47.253	681	8.828	18,7	3.120	6,8
giugno (dal 1 al 15)	12.759	181	2.540	19,9	932	7,3
Totale periodo	178.832	2.579	33.412		12.103	

Tab. 2 - Produzione e rese in formaggio e ricotta durante il 1954

Mesi	Latte kg	Forme n.	Formaggio kg	Resa % media	Ricotta kg	Resa % media
gennaio	13.669	199	2.636	19,3	943	6,9
febbraio	15.523	225	3.087	19,9	1.065	6,9
marzo	24 744	346	4.687	18,9	1.691	6,8
aprile	34.862	486	6.489	18,6	2.255	6,5
maggio	41.868	576	7.780	18,6	2.781	6,6
giugno (dal 1 al 15)	11.854	167	2.281	19,2	879	7,4
Totale periodo	142.520	1.999	26.960		9.614	

Tab. 3 - Calcolo significatività delle differenze tra le rese in formaggio, stesso mese nei due anni

Coppie di mesi	Σx_1	Σx_1^2	Σx_2	Σx_2^2	Σd	Σd^2
6	113,2	2.137,90	114,5	2.186,27	—1,3	2,20

X_1 = mesi 1953
X_2 = » 1954

Valore medio di d = $\bar{d}$ = — 0,21
Errore standard di $\bar{d}$ = 0,25
t = d/errore standard di $\bar{d}$ = 0,84
(non significativo)

Tab. 4 - Calcolo significatività delle differenze tra le rese in ricotta, stesso mese nei due anni

Coppie di mesi	Σx_1	Σx_1^2	Σx_2	Σx_2^2	Σd	Σd^2
6	41,5	287,43	41,1	283,02	0,4	1,0

X_1 = mesi 1953
X_2 = » 1954

Valore medio di d = $\bar{d}$ = 0,06
Errore standard di $\bar{d}$ = 0,17
t = d/errore standard di $\bar{d}$ = 0,35
(non significativo)

Considerazioni conclusive

a) nel biennio 1953-1954, la resa media in formaggio fu del 18,97 %, con un massimo e minimo mensile di 20,7 % e 17,4 % rispettivamente nel giugno e in aprile 1953;

b) la resa media in ricotta fu del 6,88 %, con un massimo mensile di 7,4 % registrato nel mese di giugno 1954 e con il minimo di 6,5 % in aprile sia del 1953 che del 1954;

c) la elaborazione matematico-statistica (tab. 3 e 4) dei dati consente di notare che non esistono significative differenze di resa in formaggio ed in ricotta tra gli stessi mesi dei due anni; i limiti fiduciari (P = 0,95) calcolati

rispettivamente in l_1 e l_2 = 18,61 — 19,33 per la resa percentuale in formaggio e in l_1 e l_2 = 6,70 — 7,06 per la resa percentuale in ricotta, precisano i valori entro i quali si può considerare vengano a trovarsi i valori teorici relativamente alle due caratteristiche esaminate.

RIASSUNTO

L'A., calcolate le variazioni della resa del latte di pecora sarda in formaggio « pecorino romano » ed in ricotta, considera le rese medie, i limiti fiduciari nonchè le differenze di resa tra i singoli mesi del 1953 rispetto agli stessi mesi del 1954 e conclude che nessuna differenza significativa può rilevarsi tra i due anni.

BIBLIOGRAFIA

Barbensi G., 1952 — *Introduzione alla biometria.* Vallecchi, Firenze.

Compendio Statistico della Regione Sarda 1949-1950: Regione Autonoma della Sardegna.

Fascetti G., 1935 — *Burro e formaggio*, Hoepli, Milano.

Lucchetti E. e Del Tredici A., 1934 — Aspetti e problemi del caseificio sardo. *Il caseificio moderno*, n. 2-3.

Sassari, agosto 1955

Istituto di Zootecnica generale dell'Università di Sassari
Osservatorio di Genetica animale di Torino

Applicazioni delle misure di ereditabilità

(Sintesi didattica) (*)

Pietro Dassat

Ringrazio la Regione italiana della Biometric Society per il gradito invito di partecipare all'insegnamento in questo Seminario con una conversazione sulle applicazioni delle misure di ereditabilità con particolare riguardo agli studi sull'allevamento.

Prima di entrare in argomento sarà forse utile inquadrare brevemente il problema del comportamento ereditario dei caratteri produttivi nel bestiame, problema che anche in passato vari studiosi avevano cercato di affrontare su basi statistiche. Ricorderò lo svedese Sederholm (1900) perchè fu probabilmente tra i primi a mettere in evidenza che il carattere « contenuto grasso » del latte è controllato dall'eredità e che il maschio e la femmina determinano la costituzione ereditaria dei discendenti nei riguardi di esso. Le ricerche di Sederholm vennero continuate da Högström (1906) il quale, applicando la legge della regressione di Galton, calcolò nei tori un indice di valutazione del carattere potenziale « per cento di grasso ».

Numerose furono le ricerche statistiche istituite su tali basi nei successivi 25 anni, ma si può dire che fino a circa 20 anni fa i vari AA. si limitarono a considerare la correlazione fenotipica tra animali parenti, ma non tentarono di separare la correlazione genetica da quella ambientale, sì che i valori di stima dell'ereditabilità ai quali essi pervennero risultano esagerati.

Contemporaneamente altri AA. cercarono di investigare il comportamento ereditario dei caratteri produttivi ricorrendo a formule mendeliane più o meno complicate. Secondo Wilson (1910), per esempio, la di-

(*) Lezione svolta al Seminario internazionale di Metodologia Biometrica, Villa Monastero, Varenna, 7-23 settembre 1955. (Pubblicata con l'autorizzazione della Biometric Society).

scendenza controllata di un toro e di un gruppo di bovine si potrebbe ripartire in 3 classi: le due estreme corrispondenti alle forme mendeliane omozigoti dominanti e recessive, mentre la classe intermedia sarebbe costituita dalle forme eterozigoti. È lo stesso autore a riconoscere nel 1925 che tale semplicistica distinzione in classi non soddisfa; egli suggerì perciò che il carattere produzione di latte potesse dipendere da quattro coppie di geni. Simile ipotesi venne ripresa nel 1926 e 1930 da von Patow e allievi in Germania. Come è noto, von Patow parte dal presupposto che tutte le bovine siano omozigoti per un gene che controllerebbe la produzione di un determinato minimo di latte e che tre altre coppie di geni determinerebbero le variazioni di produzione osservate in una determinata popolazione. Inoltre, poichè il latte contiene sempre un certo quantitativo di grasso, egli considera i due caratteri interdipendenti, suggerendo tuttavia che una coppia di geni possa influenzare il tenore in grasso, ma non il quantitativo di latte prodotto. Turner (1927) avanzò invece l'ipotesi che i due caratteri produzione di latte e per cento di grasso siano controllati da molte coppie di geni, che i geni responsabili delle alte produzioni tendano ad essere dominanti e che non tutti i geni abbiano lo stesso effetto. Sarà opportuno chiarire subito che l'ipotesi della dominanza dei geni favorevoli alle alte produzioni è gratuita e noi oggi sappiamo come la maggior parte delle variazioni delle produzioni di latte e di burro sia di origine ambientale e non genetica.

Sono di questo periodo anche i così detti indici tuttora in uso specie nel campo dei bovini da latte per stimare l'attitudine presente allo stato potenziale nel patrimonio ereditario di un toro. Sono indici che, come è stato recentemente rilevato, sono privi di valore perchè, tra l'altro, non tengono conto che le differenze di produzione tra i soggetti non sono tutte ereditabili (in altri termini che l'ereditabilità è ben lontana dall'essere uguale a 1).

Con il progredire degli studi risultò evidente ai più accurati ricercatori, tra i quali mi piace ricordare il Pirocchi (1923), che il comportamento ereditario dei caratteri produttivi non si presta all'analisi mendeliana e che soltanto metodi statistici più raffinati avrebbero potuto consentire effettivi progressi. Spetta soprattutto a R. A. Fisher ed a S. Wright (verso il 1920) il merito di aver suggerito metodi utili per affrontare il problema della quantificazione dei fenomeni osservati durante la selezione. Nasceva così la genetica moderna le cui prime applicazioni agli studi sull'allevamento si hanno verso il 1930, quando cioè Lush (allievo di S. Wright) incominciò a lavorare in U.S.A.

Si può dire che la genetica moderna o quantitativa abbia portato a considerare che il miglioramento genetico del bestiame dipende:

a) dall'accuratezza con la quale si può stimare il valore genotipico di un riproduttore;

b) dal metodo di miglioramento che utilizza la riproduzione degli animali così scelti.

Noi esamineremo il primo aspetto del problema poichè è legato alle misure dell'ereditabilità dei caratteri economici che interessano. Allo scopo sarà opportuno mantenere la distinzione in uso tra caratteri qualitativi e quantitativi. Mentre i primi presentano variazione discontinua, dipendono da una o da poche coppie di geni diversi riconoscibili e sono relativamente poco influenzati dall'ambiente sì che il fenotipo consente la misura abbastanza accurata del genotipo, i secondi, come è noto, dimostrano variazione continua, con distribuzione abbastanza simmetrica attorno alla media, dipendono di solito da un gran numero di geni (poligeni) i cui singoli effetti sono piccoli e non possono essere separati, e sono in modo particolare sensibili all'ambiente per cui le variazioni fenotipiche che si rilevano sono in gran parte di origine ambientale. Per tali caratteri è perciò importante poter stabilire la parte della totale variazione controllata dall'eredità e cioè l' e r e d i t a b i l i t à, che per convenzione si indica con h^2. L'ereditabilità misura la frazione della varianza totale o fenotipica osservata (σ^2_p) causata dagli effetti medi (cioè additivi) dei geni:

$$\sigma^2_p = \sigma^2_g + \sigma^2_d + \sigma^2_i + \sigma^2_e + \sigma^2_j$$

dove *g* indica le deviazioni genetiche additive, *d* le deviazioni da dominanza, *i* quelle da epistasi, *e* le deviazioni dovute all'ambiente e *j* rappresenta l'interazione tra eredità e ambiente.

L'ereditabilità in senso stretto può quindi essere espressa come:

$$h^2 = \frac{\sigma^2_g}{\sigma^2_g + \sigma^2_d + \sigma^2_i + \sigma^2_e + \sigma^2_j}$$

L'ereditabilità misura perciò l'accuratezza con la quale, conoscendo il fenotipo, si può stimare il genotipo o, in termini biometrici, la correlazione tra genotipo e fenotipo. Più alta è l'ereditabilità e più grande sarà tale correlazione. Se l'ereditabilità di un carattere fosse uguale a 1 noi potremmo dire che nei riguardi di tale carattere, altamente ereditario, il valore fenotipico di un animale coincide con il suo valore genotipico. Per contro un $h^2 = 0$ direbbe che il fenotipo e il genotipo non sono correlati, che tutte le variazioni osservate sono di origine ambientale e non genetica

e che pertanto il processo di miglioramento genetico sarà zero qualunque possa essere il valore del differenziale di selezione.

In termini pratici l'ereditabilità rappresenta la proporzione delle differenze di produttività che nella media sono dovute a differenze genetiche tra gli animali. Tali differenze possono dipendere anche dagli effetti non additivi dei geni (deviazioni da dominanza o da epistasi), ma si tratta di interazioni che presentano poco interesse nell'allevamento comune, per cui se non consideriamo tali deviazioni e nemmeno quelle dovute a interazioni ambientali potremo esprimere l'ereditabilità con la formula semplificata:

$$h^2 = \frac{\sigma_g^2}{\sigma_g^2 + \sigma_E^2}$$

(dove σ_E^2 comprende le deviazioni dovute all'ambiente, nonchè quelle da dominanza, da epistasi e le interazioni tra eredità e ambiente).

Problema impegnativo, ma ancora non ben chiarito, è invero quello che riflette la natura e l'importanza delle interazioni e correlazioni tra genotipo e ambiente. Ove tali interazioni potessero influire in modo sensibile nel determinare la varianza fenotipica, il risultato dell'esame della discendenza di un toro, e perciò la stima del suo valore genetico, sarebbe valido soltanto se e in quanto il toro medesimo venisse usato nelle stesse condizioni di ambiente nelle quali era stato provato e cioè era stato impiantato e condotto il *progeny test* (per es. nella stessa stalla). Per quanto in questo campo occorra ancora sperimentare, ritengo che allo stato attuale delle nostre conoscenze (Mason 1954) si possa ammettere che quando un dato gruppo di animali popola un'area piuttosto limitata e caratterizzata da condizioni di ambiente e di clima simili, non sia il caso di preoccuparsi delle interazioni in parola. Il rilievo è importante specie nei riguardi del valore da attribuire al *progeny test* attuato nell'ambito di gruppi di stalle facenti capo per esempio ad un Centro di F. A.

Nella seguente tabella sono riassunti i valori approssimativi di h^2 per alcuni caratteri produttivi nei bovini da latte e da carne e negli ovini.

TABELLA I.

Bovini da latte	h^2	Autori	
Latte e burro per lattazione	0,3	Tyler e Hyatt	1947
% grasso	0,6	Johansson	1949
Persistenza produttiva	0,2	Rendel e Robertson	1950
Lunghezza intervallo tra i parti	0,1	Mahadevan	1951

Bovini da carne			
Peso alla nascita	0,5	Knapp e Clark	1950
Accrescimento	0,6		
Ovini			
Peso alla nascita	0,3	Chapman e Lush	1932
Produzione lana	0,3	Terril e Hazel	1943
Frequenza parti multipli . .	0,1	Johansson e Hansson . .	1943
Produzione latte	0,3	Dassat e Mason . . 1950	1953

Sia consentito ricordare che la misura di h^2 per un determinato carattere riguarda una specifica popolazione allevata in determinate condizioni di ambiente. Infatti se h^2 è espressa dal rapporto $\frac{G}{G + E}$, dove G indica la componente genetica additiva della variabilità e E quella dovuta ad altre cause anche non genetiche, è evidente che essa varierà con il variare di G o di E. Ciò sembrerebbe ridurre il significato del parametro. Tuttavia noi sappiamo, sulla base di buone evidenze, che razze differenti poste in ambienti non troppo dissimili non denotano valori molto diversi di h^2. Per es., nei bovini si è calcolato un h^2 = ˙2 — ˙3 circa per il carattere produzione di latte sia in U.S.A., che in Svezia, Gran Bretagna, Italia, ecc.

Vari metodi consentono di calcolare il valore dell'ereditabilità. Essi si basano in generale sulla possibilità di misurare quanto i soggetti parenti dimostrano di assomigliarsi maggiormente dei soggetti non parenti della stessa popolazione.

Del metodo di stima basato sull'analisi della varianza ha parlato in questo Seminario il Prof. Scossiroli. Mi limiterò perciò a considerare uno dei metodi basati sulla regressione, e più particolarmente il metodo della regressione delle figlie rispetto alle madri entro i riproduttori maschi perchè è il metodo più estesamente impiegato nell'analisi della produzione del latte nei bovini, per la quale specie i riproduttori maschi non manifestano il carattere, sono in numero molto minore delle femmine, e ogni femmina produce pochi discendenti.

La regressione esprime, entro i riproduttori maschi, in quale misura la differenza di produzione tra le femmine è riflessa nella differenza di produzione tra le discendenti. Il coefficiente (b) calcolato sarà perciò uguale a $\frac{1}{2}$ h^2, poichè la femmina trasmette soltanto metà dei suoi geni alle discendenti.

Per il calcolo occorre conoscere i dati di produzione delle coppie madri-figlie facenti capo ai singoli tori padri. Per esempio:

Tori	N. coppie madri-figlie	Produzioni di latte
T_1	n_1	Madri $X_1, X_2 \ldots\ldots X_{n_1}$
		Figlie $Y_1, Y_2 \ldots\ldots Y_{n_1}$
T_2	n_2	M $X_1, X_2 \ldots\ldots X_{n_2}$
		F $Y_1, Y_2 \ldots\ldots Y_{n_2}$
. .	. .	. .
T_m	n_m	M $X_1, X_2 \ldots\ldots X_{n_m}$
		F $Y_1, Y_2 \ldots\ldots Y_{n_m}$

Per il toro T_1:

1) sommare le produzioni: $X_1 + X_2 + \ldots\ldots X_{n_1} = \Sigma X$

2) fare il quadrato delle singole produzioni e sommare:
$X_1^2 + X_2^2 + \ldots\ldots X_{n_1}^2 = \Sigma X^2$

3) fare gli stessi calcoli per le produzioni delle figlie, ricavando: ΣY e ΣY^2

4) calcolare la somma dei prodotti $XY = \Sigma XY$

Ripetere i calcoli per gli altri tori.

Quindi per ciascun toro calcolare i valori corretti secondo le formule:

$$Sx^2 = SX^2 - \frac{(SX)^2}{n}$$

$$Sy^2 = SY^2 - \frac{(SY)^2}{n}$$

$$Sxy = SXY - \frac{SX \,.\, SY}{n}$$

Tori	N. coppie	Sx^2	Sy^2	Sxy
T_1	n_1	Sx_1^2	Sy_1^2	Sxy_1
T_2	n_2	Sx_2^2	Sy_2^2	Sxy_2
. .	. .	. .	. .	. .
T_m	n_m	Sx_m^2	Sy_m^2	Sxy_m
Totali		ΣSx^2	ΣSy^2	ΣSxy

$$b = \frac{\Sigma Sxy}{\Sigma Sx^2}$$

$$h^2 = 2b$$

Per un calcolo corretto è necessario riferirsi soltanto a tori funzionanti in un medesimo allevamento.

Alleato con il concetto di ereditabilità (h^2) di un carattere è quello della ripetibilità (r), la quale, per i caratteri che si possono misurare varie volte sullo stesso soggetto, è definita dalla correlazione tra le differenti misure. Se noi assumiamo che gli stessi geni influiscono sul carattere messo in evidenza da successive misurazioni, le variazioni del carattere medesimo in anni successivi e in uno stesso soggetto saranno dovute soltanto alle variazioni temporanee di ambiente (età del soggetto, variazioni alimentari e climatiche di anno in anno). Le similarità tra le successive produzioni non saranno peraltro soltanto di origine genetica, ma anche dipendenti dall'ambiente iniziale del soggetto (effetto materno, alimentazione nel primo periodo di vita, ecc.). La ripetibilità esprime perciò una combinazione della varianza genetica e della parte permanente della varianza ambientale.

Il valore pratico della ripetibilità sta nel fatto che essa fornisce il massimo limite dell'ereditabilità e si può calcolare facilmente anche quando non si disponga di dati sufficienti per calcolare h^2 (essa è stata per es. calcolata da Mason e Dassat, 1954, nei riguardi del carattere numero dei nati per ogni parto nella pecora delle Langhe).

Ciò premesso, vediamo le applicazioni consentite dalle misure di h^2.

Anzitutto il concetto di h^2 ha un'importante applicazione nella possibilità di fissare i caratteri produttivi desiderabili. Nei primi anni del mendelismo si riteneva che, precisato il comportamento ereditario dei geni determinanti un carattere produttivo, sarebbe stato possibile, con la selezione artificiale, produrre gruppi di animali uniformi per tale carattere. In seguito si riconobbe che l'obiettivo non si poteva raggiungere con la selezione soltanto, per cui sembrò esatto per molti AA. di suggerire il contemporaneo ricorso alla consanguineità quale metodica atta, nella loro concezione, a fissare il carattere o i caratteri che interessano. Noi oggi sappiamo però che sono ereditarie soltanto le variazioni causate da differenze genetiche per cui anche se potessimo, ricorrendo alla consanguineità, costituire linee omozigoti e riuscissimo con ciò a rimuovere tutte le sorgenti genetiche di variazione, non potremmo ancora raggiungere l'uniformità sperata perchè sarebbe sempre manifesta quella parte della variazione originale fenotipica da ricondurre all'ambiente. (Nei riguardi del carattere produzione di latte per es. sarebbe sempre manifesta gran parte della variazione, dato che h^2 è uguale a ·2 — ·3). Ciò senza considerare il fatto che negli ultimi anni si sono accumulati molti dati i quali dimostrerebbero come le linee consanguinee siano più sensibili alle variazioni di ambiente che non la popolazione originaria, per cui le linee stesse potrebbero anche essere più variabili della popolazione originaria geneticamente eterogenea.

Altra applicazione della misura di h^2 riguarda la possibilità di prevedere il probabile effetto della selezione. La relazione tra h^2 e incremento genetico atteso è data dal fatto che tale incremento è proporzionale all'ereditabilità: dipende cioè dall'accuratezza con la quale si possono individuare i genotipi desiderati.

In altre parole, l'incremento genetico annuo (ΔG) tra una generazione e la successiva, e cioè l'incremento nei valori genetici medi per un dato carattere di una razza-popolazione, è in funzione di h^2 secondo la formula:

$$\Delta G = \frac{\text{superiorità fenotipica dei genitori x } h^2}{\Sigma L}$$

dove ΣL rappresenta l'intervallo tra le generazioni e cioè l'età media degli animali usati come genitori.

Si vede così che l'incremento genetico conseguibile sarà maggiore per i caratteri espressi da alta ereditabilità e quando l'intervallo tra le generazioni è piccolo. Entro certi limiti noi possiamo far variare i tre fattori che determinano ΔG. Per es. rendendo più rigorosa la scelta fenotipica dei

genitori oppure riducendo l'intervallo tra le generazioni oppure, infine, aumentando la precisione della selezione con la prova o test dei riproduttori. In quest'ultimo caso si viene però non soltanto ad aumentare la precisione di selezione, ma anche la misura di L, per cui il ricorso al *progeny test* o esame della discendenza può, in definitiva, far aumentare, ma spesso anche far diminuire il valore di ΔG.

In generale si può ammettere che per i caratteri espressi da alta ereditabilità e manifesti nei due sessi (per es. produzione della carne) la selezione basata sul fenotipo dia risultati soddisfacenti anche perchè consente la scelta dei riproduttori ancora in giovane età, ciò che riduce l'intervallo tra le generazioni.

Quando invece il valore di h^2 è basso (come per la produzione di latte, per es.) e inoltre c'è la complicazione che uno dei sessi non manifesta il carattere (prod. latte, uova, ecc.), la selezione fenotipica non è accurata e occorre cercare elèmenti che con maggiore attendibilità consentano di stimare il genotipo. Anche in questi casi è necessario conoscere il valore di h^2, sia per scegliere il metodo migliore onde stimare il genotipo, sia per stabilire l'accuratezza di tale stima quando questa, come nel caso del progeny test nei tori, si basi su numero diverso di figlie.

La misura di tale accuratezza è stata calcolata da Johansson e da Robertson (1952) come coefficiente di regressione (b) delle produzioni che daranno le future figlie di un toro rispetto alle produzioni già controllate nelle sue attuali figlie. Si può così correggere il dato desunto dall'esame di poche figlie ed evitare che tori che sembrano migliori siano giudicati tali soltanto perchè provati in base alle lattazioni prodotte da poche figlie, allevate per es. in ambiente particolarmente favorevole.

È peraltro evidente che a parità di valore di h^2 l'accuratezza aumenta con l'aumentare del numero dei discendenti controllati e, inoltre, che più un carattere è espresso da alta ereditabilità, minore sarà il numero delle figlie richiesto per un determinato livello di accuratezza.

Concludendo, possiamo dire che la maggior parte dei caratteri quantitativi di valore economico sono ereditabili in misura tale che la possibilità di perfezionare geneticamente le nostre razze-popolazioni esiste ed è importante. È perciò da augurarsi che i concetti della genetica moderna entrino nella fase di applicazione in vista di conseguire l'auspicato progresso degli allevamenti. Nel contempo occorrerà estendere le ricerche su maggior numero di dati per realizzare più ampie analisi delle ereditabilità

(anche nei riguardi dei diversi componenti del latte), per studiare le interazioni tra eredità e ambiente, nonchè per stabilire il modo migliore di avvalersi delle nuove conoscenze per programmare razionali piani di perfezionamento genetico delle varie specie animali utili all'uomo.

RIASSUNTO

In passato vari AA. avevano cercato di studiare il comportamento ereditario dei caratteri quantitativi nel bestiame, ma soltanto verso il 1920, con l'avvicinamento delle due scuole biometrica e mendeliana, venne offerta la possibilità di affrontare razionalmente il problema genetico di tali caratteri.

Definiti i concetti di ereditabilità e di ripetibilità introdotti dalla genetica quantitativa ed illustrato il metodo della regressione delle figlie rispetto alle madri, entro i riproduttori maschi, ai fini dell'analisi del carattere produzione di latte nei bovini per il calcolo dell'ereditabilità, l'A. considera le applicazioni relative. Prospetta quindi i problemi che possono essere risolti attraverso l'esperimento per realizzare più ampie analisi delle ereditabilità e meglio chiarire le interazioni tra eredità e ambiente affinchè le conoscenze acquisite recentemente dalla genetica animale siano trasferite sul piano della pratica zootecnica.

RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI

DASSAT P., 1953 — Piani di miglioramento del bestiame. *I Symp. naz. genet. appl. alla zoot.*, Atti IX Congr. int. Genet., Bellagio, vol. II, 1290-1298.

FISHER R. A., 1918 — *Proc. Roy. Soc. Edinburgh*, 52 (citato da Mason I. L., 1951).

HÖGSTRÖM K. A., 1906 — (citato da Johansson I., 1950).

JOHANSSON I., 1950 — The heritability of milk and butterfat yield. - *An. Breed. Abstr.*, vol. 18, 1-12.

JOHANSSON I. - ROBERTSON A., 1952 — Progeny testing in the farm animals. - *Proc. Brit. Soc. Anim. Product.*, 79-105.

LUSH *J. L.*, 1949 — Heritability of quantitative characters in farm animals. - *Proc. 8th. int. Congr. Genet.*, Stoccolma, 356-375.

MASOERO P., 1953 — Sterilità e habitat. - *Riv. di Zoot.* XXVI.

MASON I. L., 1951 — Il miglioramento del bestiame alla luce della genetica quantitativa. - *Ann. Acc. Agric.* Torino, 94, 187-202.

MASON I. L., 1953 — Selezione ed esame della discendenza *I Symp.naz. genet. appl. alla zoot.*, Atti IX Congr. int. Genet., Bellagio, vol. II., 1279-1289.

MASON I. L., 1954 — Progeny testing of dairy bulls at different levels of management. - *Proc. Brit. Soc. Anim. Product.*, 83-85.

MASON I. L., - DASSAT P., 1954 — Milk, Meat, and Woll Production in the Langhe Sheep of Italy. - *Z. Tierz. ZüchtBiol.*, 62, 197-234.

PATOW C., 1926 — Milchvererbung beim Rind. - *Z. Tierz. ZüchtBiol.*, 6, 297-354; 529-599.

PATOW C., 1930 — Weitere Studien über die Vererbung der Milchleistung beim Rinde. - *Z. Zücht.*, 17, 3-159.

PIROCCHI A., 1923 (citato da Dassat P., 1954 — Teoria e pratica dei metodi di riproduzione animale - *Ric. Scient.*, 25, 12).

ROBERTSON A., 1949 — Inbreeding experiments in dairy cattle. - *Anim. Breed. Abstr.*, 17, 1-6.

ROBERTSON A., 1953 — Il posto della consanguineità e dell'incrocio nella zootecnica. - *I Symp. naz. genet. appl. alla zoot.*, Atti IX Congr. int. Genet., Bellagio, vol. II, 1273-1278.

SEDERHOLM G., 1900 — Nagra iakttagelser om mjölkens fetthalt. - *Landtmannen*, 11, 157-161.

TURNER C. W., 1927 — (citato da Johansson I., 1950).

WILSON J., 1910 — The separate inheritance of quantity and quality in cows' milk. - *Sci. Proc. R. Dublin Soc.*, 12, 470-479.

WILSON J., 1925 — A theory of the mode of inheritance of milk yield in cattle. - *J. Dep. Lands Agric.*, 25, 10.

WRIGHT S., 1921 — *Genetics*, 6, 111-178 (citato da Mason I. L., 1951).

Sassari, settembre 1955.

Istituto di Agronomia generale e Coltivazioni erbacee
dell'Università degli Studi di Sassari
(Direttore: Prof. RANIERI FAVILLI)

Sulla funzione delle reste nei cereali.

Nota I. - Ricerche sopra gli effetti che la direstatura totale delle spighe di frumento esercita sulla produzione e sulle caratteristiche delle cariossidi.

RANIERI FAVILLI

La presenza o l'assenza di reste è una caratteristica morfologica saliente della spiga di molti cereali, tanto che essa assume — nella classificazione delle varietà botaniche e nella individuazione delle cultivar delle specie alle quali questi appartengono — un valore tassonomico non indifferente.

La funzione che le reste svolgono nei cereali, non può dirsi sia ancora, sotto certi aspetti, esattamente conosciuta. Infatti, se è ben noto che esse sono organi deputati alla traspirazione ed alla assimilazione, non può invece considerarsi accertato se e come la attività fisiologica di questi organi influisca sui fenomeni biologici che hanno sede nell'infiorescenza o addirittura — come qualche autore suppone — sulla attività vegetativa dell'intera pianta. Neppure, d'altra parte, possono ritenersi accertati i rapporti che intercorrono fra la presenza di reste e le caratteristiche ecologiche ed agronomiche di una determinata cultivar, ed è evidente come tale accertamento possa appalesarsi utile sia nel campo della genetica agraria come in quello puramente agronomico. Nel primo campo consentirebbe, infatti, di indirizzare la selezione — in rapporto agli scopi che questa si prefigge — o verso le forme mutiche o verso quelle più o meno fortemente aristate; nel secondo, permetterebbe di operare una più razionale scelta delle cultivar in relazione alle caratteristiche dell'ambiente di cultura; e ciò, ben s'intende, prescindendo dai vantaggi e dagli svantaggi che la presenza delle reste — per l'azione meccanica di queste — può determinare (non conveniente utilizzazione come foraggio dei residui pagliosi della trebbiatura, difesa dai danni degli uccelli, ecc.).

RASSEGNA DELLA LETTERATURA

Zoebl e Mikosch (1892) furono i primi ad occuparsi di questo argomento e, con apposite ricerche condotte sull'orzo, giunsero alla

conclusione che le reste debbono considerarsi organi di traspirazione, la cui presenza influisce favorevolmente sullo sviluppo della cariosside. Accertarono anche, sperimentalmente, che le spighe di orzo aristate evaporano — rispetto a quelle alle quali siano state asportate le reste — un quantitativo di acqua da 4 a 5 volte maggiore, quantitativo che può ritenersi corrispondente alla metà di quello complessivamente traspirato dall'intera pianta. Anche Von Proskowetz (1893) ammise che una funzione di una certa utilità per la pianta viene svolta dalle reste. Vasilyev (1897), prendendo spunto dalle conclusioni alle quali erano giunti Zoebl e Mikosch, condusse delle esperienze per accertare se la funzione di traspirazione esercitata dalle reste, sia limitata a determinati periodi del loro sviluppo, e per accertare inoltre se questa funzione, che i predetti Autori avevano rilevata per l'orzo, fosse svolta anche dalle reste di altri cereali. Sperimentando su *Triticum durum, T. vulgare, T. dicoccum,* segale, orzo e *Stipa capillata,* giunse così alla conclusione che, anche in tutte queste specie, le reste, quando hanno raggiunto il loro massimo sviluppo, traspirano una notevole quantità di acqua, tanto che nelle spighe a cui siano stati asportati questi organi, la traspirazione complessiva risulta notevolmente minore. Sul frumento trovò che il 60,3-63,8 % dell'acqua evaporata dalla spiga è traspirato dalle reste, e che la traspirazione sembra raggiungere la massima intensità durante il periodo della fioritura. Nel frumento « Byeloturka », infatti, la percentuale di acqua traspirata dalle reste fu del 22 % subito dopo la spigatura, del 61,3 % durante la fioritura e scese quindi al 16,6 % durante la maturazione. Accertò inoltre che le reste manifestano, di fronte ai fattori fisici che influenzano la traspirazione, una sensibilità non diversa da quella che si riscontra per le altre parti della spiga. Determinò, infine, che asportando questi organi di alcune spighette, si ha una diminuzione del 9 % nel peso delle cariossidi da esse portate.

Schmid (1898) dimostrò pure che l'asportazione delle reste determina una diminuzione del peso medio della granella, diminuzione che può oscillare dallo 0,1 % al 13 % per alcune cultivar di orzo, dall'1,5 % al 7,0 % per il *Triticum dicoccum,* e dallo 0,5 % al 2 % per il *Triticum monococcum*. Per la segale, invece, non notò apprezzabili differenze fra il peso delle cariossidi di spighe normali e di spighe direstate. Confermò anche quanto Zoebl e Mikosch avevano rilevato circa la traspirazione, cioè che questa nelle spighe aristate assume valori minori e analoghi a quelli che si riscontrano nelle spighe mutiche. Sempre sull'orzo, Schmid sperimentò anche circa la capacità assimilatoria delle reste, accertando che questa capacità — notevolmente variabile da una cultivar all'altra — è nelle spighe aristate da 2 a 4 volte maggiore di quella delle spighe direstate. Treyakov (1902) studiò, con prove di direstatura, l'influenza delle reste sullo sviluppo delle cariossidi. Il grano « Rosso aristato », impiegato nelle prove, dette — quando le sue spighe al momento della fuoriuscita dalle guaine fogliari vennero private delle reste — cariossidi di peso e dimensioni minori, più povere di azoto e di fosforo, ma più ricche di ceneri. Le spighe private di reste, inoltre, iniziarono a matu-

rare qualche giorno più tardi di quelle normali. Comparando infine, per un certo numero di anni, la produzione di cultivar aristate e di cultivar mutiche, constatò che le prime davano un minor prodotto in cariossidi, le quali, però, avevano in genere un peso unitario superiore a quello delle cultivar mutiche.

Perlitius (1904) riscontrò, nelle spighette di una stessa infiorescenza, una correlazione abbastanza stretta fra lunghezza della resta e peso delle cariossidi. Rilevò anche, per l'orzo e per il grano, che la direstatura — operata in sei diverse epoche comprese fra la fioritura e la maturazione — induce una diminuzione di prodotto che è tanto maggiore quanto più anticipatamente viene effettuata. Il contenuto della cariosside in sostanze minerali non subisce invece alcuna variazione, mentre una percentuale lievemente più elevata di azoto si riscontra nelle cariossidi delle spighe direstate. Accertò pure che la traspirazione raggiunge nelle spighe i valori massimi in corrispondenza del periodo di rapido accrescimento della cariosside. Zaleski (1910) confrontò le produzioni di piante mutiche ed aristate di una stessa progenie di *Triticum*, giungendo alla conclusione che le piante aristate hanno, rispetto alle piante mutiche, spighe più pesanti e che contengono un maggior numero di cariossidi. Schulze (1912-13) determinò l'attività traspiratoria di specie e cultivar di orzo mutiche ed aristate, accertando che mentre nelle prime *(Hordeum trifurcatum)* questa attività è minima, essa va crescendo in rigorosa proporzione con lo sviluppo delle reste. L'attività traspiratoria, sempre secondo questo Autore, è anche strettamente legata allo stadio di sviluppo delle spighe e raggiunge la massima intensità durante la maturazione lattea delle cariossidi. Da spighe alle quali erano state asportate le reste, non ebbe invece risultati corrispondenti a quelli ottenuti con le spighe naturalmente mutiche; nelle prime, infatti, il quantitativo di acqua traspirata risultò superiore a causa della evaporazione che veniva a determinarsi in corrispondenza delle lesioni prodotte con la direstatura.

Tedin (1916) prese in esame delle spighe di sette cultivar di orzo, le quali, in seguito ad un violento temporale, avevano subito la perdita totale o parziale delle reste. Confrontando il peso unitario delle cariossidi provenienti da spighe che non avevano subito alcun danno, con quello delle cariossidi prodotte da spighe accidentalmente direstate dal temporale, accertò per quest'ultime, senza eccezioni, una diminuzione di peso che variava sensibilmente da una cultivar all'altra, oscillando da un minimo del 3,3 % (per l'orzo « Svalof's 0250 ») ad un massimo del 20,4 % (per l'orzo « Svalof's 0412 »). Fleischmann (1916), selezionando il frumento « Indigeno ungherese », isolò da questo tre forme: una forma completamente mutica (« Kapuzentypus »), una forma mediamente aristata (« Kurzgrannentypus ») ed una lungamente aristata (« Langgrannentypus »). L'Autore cercò poi di stabilire, nelle tre forme isolate, l'esistenza di eventuali correlazioni fra lunghezza delle reste e caratteristiche agrarie, giungendo alla conclusione che la forma mutica è meno resistente agli attacchi di *Puccinia glumarum*, ha minore capacità produttiva e produce cariossidi che hanno peso unitario e dimensioni minori di quelle delle

forme semiaristate ed aristate. Concluse, inoltre, che la forma mutica ha culmi più brevi delle altre, è di più precoce maturazione ed è meno suscettibile agli attacchi della *Ustilago tritici*. L'Autore precisa però che le tre forme isolate avevano caratteri morfologici — oltre quello della presenza o meno di reste — che si discostavano più o meno sensibilmente da quelli della varietà originaria, ciò che pertanto ci fa ritenere che le correlazioni riscontrate non possano assumere, nei riguardi della funzione che può essere svolta dalle reste, un attendibile significato.

Grantham (1919) dimostrò che cultivar di grano aristate davano, in confronto a quelle mutiche, produzioni medie unitarie generalmente più elevate. Harlan e Anthony (1920) confrontarono giorno per giorno, dalla fioritura alla maturazione, l'andamento dello sviluppo delle cariossidi di due cultivar di orzo («Manchuria» e «Hannchen») in spighe normali ed in spighe alle quali erano state asportate le reste. Constatarono, a maturità, che le piante direstate portavano cariossidi di dimensioni e peso minori, che avevano però un più basso contenuto percentuale in umidità e quindi un maggior tenore in sostanza secca. Ma, per il loro peso unitario assai minore, la quantità di sostanza secca risultava sempre sensibilmente superiore nel prodotto delle spighe normali. Trascurabili differenze, e discordanti da una cultivar all'altra, vennero rilevate nel contenuto in azoto ed in ceneri della sostanza secca.

Hayes (1923), confrontando cariossidi di frumenti mutici e di frumenti aristati, giunse alla conclusione che quelle prodotte da questi ultimi hanno peso e dimensioni generalmente maggiori. Meister, Chécourdine e Plotnikoff (1927) asportarono le reste ad alcune spighe di frumento duro (var. *hordeiforme*) al momento che queste uscivano dalla guaina. Constatarono così che la direstatura non viene a determinare, nelle cariossidi, alcuna differenza nel contenuto assoluto in sostanza secca. Detti Autori riscontrarono però, nelle forme aristate, un migliore andamento della maturazione dovuto, secondo loro, ad una sconosciuta caratteristica biologica. Sul materiale proveniente da queste prove, Toulaïkoff e Pisarevski (1927) effettuarono l'analisi chimica, ed accertarono che la composizione delle cariossidi provenienti da spighe direstate non presentava nessuna differenza rispetto a quella delle cariossidi ottenute da spighe normali.

Osservazioni e ricerche di notevole importanza sulla funzione delle reste nel frumento, vennero rese note da Draghetti nel 1927 e richiamate poi in una successiva nota (1932-34). Questo Autore confermò infatti come queste appendici delle glume fiorali debbano considerarsi organi traspiratori di somma importanza, atti a realizzare — quando l'umidità del terreno scenda al di sotto di determinati limiti e la temperatura dell'ambiente raggiunga delle massime notevoli e si manifestino altresì fattori climatici che vengano ancor più ad aggravare la perdita di acqua dalle piante e il prosciugamento del terreno — « un regime osmotico commisurato alle condizioni di xerofitismo e di alta concentrazione delle soluzioni nutritive circolanti nel terreno ». Questa attività funzionale delle reste — organi di cui sono più abbondantemente dotati i frumenti più ru-

stici e tutti i cereali più largamente coltivati in quegli ambienti dove la pianta deve assoggettarsi a condizioni di spiccata siccità — diviene massima, sempre secondo le osservazioni di Draghetti, — « nel periodo in cui le piante hanno già incominciato ad essiccare le foglie inferiori, quando cioè alla traspirazione fogliare va man mano sostituendosi quella caulinare e degli organi annessi all'infiorescenza »; le reste, cioè, debbono considerarsi « organi supplementari, i quali entrano in funzione quando appunto le condizioni edafiche esterne vanno rendendo sempre più difficile ed aleatoria la traspirazione fogliare dello stadio erbaceo ». Lo stesso Autore, partendo dall'osservazione che nelle forme aristate le reste si trovano costantemente nelle glumelle dei fiori fertili, mentre in quelli sterili od abortiti esse mancano o sono a sviluppo ridotto, ed avendo altresì constatato che fra le dimensioni della resta e quelle della cariosside contenuta nella relativa glumella esiste una notevole correlazione, ammette che « le reste debbono adempiere anche all'importante funzione di attirare non solo l'acqua di traspirazione, ma anche la linfa greggia ed elaborata, intervenendo anche come regolatori dei fenomeni di metabolismo, da cui dipende prevalentemente la manifestazione di una più marcata resistenza alla stretta fisiologica ».

Lo stesso Autore compì anche alcune prove di direstatura sul frumento duro « Sbei » e su due frumenti turgidi. Sul frumento duro, parte delle spighe vennero totalmente direstate, mentre altre vennero parzialmente direstate asportando loro le reste soltanto da una sola faccia di ciascuna spiga. Confrontando il peso secco di 1.000 cariossidi, rilevò che nelle spighe totalmente direstate esso era sensibilmente inferiore (— 8,6 %) a quello delle cariossidi prodotte dalle spighe lasciate intatte, mentre nelle spighe parzialmente direstate il peso di 1.000 cariossidi provenienti dalla parte privata di reste, non era che lievemente inferiore (— 2,2 %) a quello delle cariossidi della parte che non aveva subito alcun trattamento. Per i due frumenti turgidi, la prova condotta con le stesse modalità dette risultati contraddittori. Alcune ricerche fisiche e chimiche, effettuate sul prodotto ottenuto da queste prove, non fornirono reperti sufficientemente chiari e degni di rilievo. Ma l'Autore avverte che « in esperienze del genere, le quali hanno per scopo di dimostrare l'importanza fisiologica delle reste, bisognerebbe che prima di ogni cosa le condizioni sperimentali fossero tali da obbligare le reste a svolgere la loro funzione specifica », condizioni che, per la natura del terreno in cui operò e per l'andamento climatico dell'annata, l'Autore ritiene che non si siano verificate nel corso di queste sue prove.

Infine, circa la maggiore o minore capacità produttiva delle forme aristate rispetto a quelle mutiche, Draghetti ritiene che — trattandosi di forme fisiologicamente diverse — questa capacità debba essere in dipendenza delle condizioni ecologiche nelle quali se ne effettua la coltivazione.

Clark, Florell e Hooker (1928) resero noto che, ibridando fra di loro cultivar aristate e mutiche di frumento, avevano riscontrato, nella discendenza, una leggera tendenza a più alti rendimenti nei

tipi a reste più lunghe. G o u l d e n e N e a t b y (1929) affermarono pure che i tipi aristati di frumento sono più produttivi dei tipi mutici. Lo stesso C l a r k, in unione a Q u i s e n b e r r y (1929), accertò posteriormente che fra i prodotti della generazione F_2 dell'incrocio fra i frumenti « Marquis » (mutico) e « Kota » (aristato), erano invece le forme submutiche e mutiche quelle che dimostravano una maggiore capacità produttiva, in parte dovuta — secondo gli Autori — alle maggiori perdite di cariossidi che generalmente si verificano nelle forme aristate. C o n t i (1929), per chiarire quale funzione svolgano le reste, condusse presso la Stazione agraria sperimentale di Bari una apposita esperienza. Distinse le piante di una parcella di grano duro (var. *leucurum*, « Biancolla 9 ») in tre lotti: le piante del primo lotto fungevano da testimoni e non subirono quindi alcun trattamento; alle piante del secondo lotto vennero asportate le reste man mano che le spighe uscivano dalla guaina; a quelle del terzo lotto le reste vennero recise un mese dopo, ossia quando incominciavano ad ingiallire le foglie inferiori. I risultati ottenuti portarono l'Autore a concludere che — in un frumento duro — la direstatura operata subito dopo l'emissione della spiga, determina nelle cariossidi un incremento nel peso (+ 0,69 %), nel volume (+ 1,96 %) e nella percentuale di glutine e proteina (rispettivamente + 0,02 % e + 0,31 %), ed una diminuzione della percentuale di semi bianconati (— 7,0 %). La stessa direstatura, operata invece nella fase di maturazione lattea, ha azione diametralmente opposta; ossia fa diminuire, nelle cariossidi, il peso (— 0,49 per cento), il volume (— 0,98 %) e la percentuale di glutine e proteina (rispettivamente — 0,44 % e — 0,56 %), mentre fa aumentare la percentuale di semi bianconati (+ 6,2 %). Dal che C o n t i deduce che « le reste consumano per il loro sviluppo una parte di alimento, ma compiono un'importante funzione nella vita dei grani duri meridionali, contribuendo a fornire cariossidi più grosse e più ricche di glutine e quindi ad eliminare la farinosità e la cintatura ».

M o s k a l e n k o (1930) esaminò quale correlazione esista fra la presenza di reste e la grossezza delle cariossidi, arrivando alla conclusione che questa correlazione è variabile e statisticamente non significativa. Anche A a m o d t e T o r r i e (1934), dopo un ampia rassegna critica della letteratura relativa ai rapporti intercorrenti fra presenza di reste e rendimento, riferiscono di non aver accertato alcuna differenza significativa nella capacità produttiva di stirpi aristate e mutiche derivate da incroci fra cultivar di frumento primaverile.

R o s e n q u i s t (1936) indagò sulla funzione esercitata dalle reste sullo sviluppo delle cariossidi, adottando un nuovo criterio. Anzichè mettere a raffronto le forme mutiche ed aristate della generazione F_2 di uno stesso incrocio — come già altri sperimentatori avevano fatto — prese in esame un certo numero di piante, sempre di una generazione F_2, portanti spighe semiaristate ed un certo numero di piante portanti spighe completamente mutiche. Delle spighe dei due gruppi — scelte in modo che, sia per lunghezza che per numero di spighette, fossero perfettamente comparabili — prese in esame, separatamente, la metà superiore (che

nella forma semiaristata era munita di reste) e quella inferiore (mutica). Determinò quindi quale rapporto esistesse fra il peso delle cariossidi della metà superiore e quello della metà inferiore nelle spighe semiaristate, e quale rapporto esistesse invece, fra le stesse due metà, nelle spighe mutiche. Dall'esame di 121 spighe per gruppo, i predetti due rapporti risultarono di 98,1 : 100 nelle forme semiaristate e di 96,7 : 100 in quelle mutiche. La differenza fu quindi dell'1,4 % a favore delle spighette aristate. L'Autore afferma anche che le maggiori differenze che altri sperimentatori hanno riscontrato confrontando il prodotto di spighe aristate con quello di spighe alle quali erano state asportate le reste, sono in parte da attribuirsi all'azione disturbatrice determinata dalle lesioni.

Lamb (1937), pur rilevando nel corso di lavori di selezione condotti sul frumento, che alla presenza di reste può essere correlata una lieve maggiore produttività, non ritiene che questa sia tale da giustificare, nella selezione, un indirizzo prevalentemente orientato verso le forme aristate.

Galli (1938) sperimentò pure, su cinque cultivar di frumento, la azione della direstatura sulla produzione e sul peso unitario delle cariossidi. Ad ogni cultivar destinò tre parcelle della superficie di 1 mq: nella prima parcella le spighe vennero totalmente direstate; nella seconda le reste vennero tutte recise a metà; nella terza, che fungeva da testimone, le spighe vennero invece lasciate intatte. L'asportazione totale o parziale delle reste venne sempre eseguita al momento della spigatura.

La direstatura produsse, sia nel grano duro che in quelli teneri, una diminuzione della produzione totale in cariossidi, del loro peso unitario e del loro volume, e tale diminuzione fu, in tutte le cultivar, più sensibile nelle spighe totalmente direstate (da — 16,00 % a — 23,07 %) che in quelle alle quali le reste erano state asportate solo parzialmente (da — 2,62 % a — 20,80 %). Per quanto l'Autore affermi che « nessun particolare fenomeno fu avvertito nelle spighe mutilate, nelle quali la fuoriuscita degli stami e le successive fasi vegetative avvennero regolarmente », l'esame dei dati predetti mette tuttavia in evidenza che la diminuzione di prodotto, nelle spighe totalmente e parzialmente direstate, fu per buona parte determinata — ad eccezione di un caso — anche da una diminuzione del numero delle cariossidi formate da ciascuna spiga.

Bayles e Suneson (1940) constatarono che linee aristate di frumento portano spesso, rispetto a quelle mutiche, spighe con un più elevato peso di cariossidi, le quali hanno anche un maggior peso ettolitrico. Ma pure accertarono che, nonostante questo fatto, le razze aristate non sempre superano per produttività quelle mutiche. Isenbeck (1949) riferisce che nel materiale in allevamento nella Stazione di Genetica di Müncheberg potè constatare, in osservazioni di lunghi anni, una certa relazione fra presenza di reste e più alto rendimento; ma aggiunge anche che questa relazione deve ritenersi soprattutto valida in zone a clima arido. Comunque, afferma Isenbeck, la questione del rapporto fra presenza di reste e più alto rendimento è, con tutta probabilità, da giudicare diversamente in relazione alle razze ed alle diverse condizioni climatiche sotto le quali si opera. Miller, Gauch e Gries

(1944) condussero prove di direstatura sui frumenti invernali. I risultati ottenuti permisero loro di affermare che l'asportazione delle reste, effettuata al momento della spigatura, determina un abbassamento della produzione, abbassamento che — secondo gli Autori — è dovuto per il 50-80 per cento al più basso peso unitario delle cariossidi, e per il rimanente alla diminuzione del loro numero a spiga.

Verveld e (1946) effettuò una duplice serie di prove: in una prima operò la direstatura su grano (cv. « Rode Gebaarde »), su segale (cv. « Petkuser ») e su orzo (cv. « Hallet's Pedigree Chevalier » e Svalof's orig. « Princesse »), osservando come venissero a variare, rispetto al testimone, il numero ed il peso delle cariossidi di ogni spiga. In una seconda serie comparò il peso medio delle cariossidi di piante mutiche ed aristate che costituivano la F_2 di un incrocio fra un frumento mutico ed un certo numero di cultivar aristate. Nella prima serie di prove, parte delle spighe vennero private totalmente delle reste; parte subirono soltanto una parziale asportazione di questi organi, ossia in ciascuna spiga venne direstata una spighetta si ed una no, alternativamente. La direstatura venne effettuata in due diversi periodi: al momento della emissione della spiga e durante la fioritura, ad eccezione dell'orzo nel quale queste due fasi sono pressochè contemporanee. I risultati ottenuti dimostrarono che nelle spighe totalmente direstate il peso medio delle cariossidi subisce una diminuzione che è di circa il 6 % per il frumento e per la segale, e di circa il 12 % per l'orzo. Nelle spighe parzialmente direstate, il peso medio delle cariossidi portate dalle spighette alle quali sono state asportate le reste, si abbassa — rispetto a quello delle spighette che non hanno subito alcun trattamento — in misura minore; e precisamente del 4-6 % nel grano, dell'1-2,5 % nella segale e del 2-5 % nell'orzo. Ciò portò l'Autore a concludere che l'influenza delle reste non si limita alle spighette sulle quali esse sono impiantate, ma si estende anche alle spighette vicine, le quali, anche se direstate, risentono meno della mancanza di questi organi. Rilevò anche che la direstatura — sia parziale che totale — determina quasi sempre una riduzione nel numero delle cariossidi. Per quanto riguarda l'influenza dell'epoca di direstatura, i risultati furono discordanti: per il grano la diminuzione più forte nel peso delle cariossidi si verificò nelle spighe direstate alla fioritura; per la segale, in quelle direstate all'emissione dell'infiorescenza.

Nella seconda serie di prove, non venne riscontrata invece alcuna differenza, nel peso medio delle cariossidi, fra le forme mutiche e quelle aristate delle generazioni F_2 derivate da otto incroci effettuati fra un grano mutico (cv. « Robusta ») e otto cultivar aristate.

In questa prova potè però rilevare che le forme aristate portavano, nel loro complesso, un numero di culmi fertili a pianta del 2,35 % superiore a quello delle forme mutiche e, di conseguenza, un numero medio di cariossidi a pianta più elevato (+ 5,74 %). Per avere conferma di questa sua osservazione, Verveld e (1953) condusse altre ricerche esaminando le generazioni F_2 di 16 incroci fra cultivar mutiche ed aristate. I risultati di queste ricerche non confermarono però esattamente

quanto era stato rilevato nelle precedente prova. Infatti, se le piante delle forme aristate dimostrarono di portare, rispetto a quelle mutiche, un più elevato numero medio di culmi fertili ed un più elevato numero di cariossidi per pianta e per spiga, esse erano però nettamente superate, per queste caratteristiche, dalle forme semiaristate che dimostravano anche, senza eccezione, uno sviluppo sensibilmente maggiore. Soltanto per il peso unitario delle cariossidi e per il peso delle cariossidi di una spiga, le forme aristate fornirono dati superiori a quelli delle forme mutiche e semiaristate. Parallelamente a queste ricerche, V e r v e l d e condusse altre prove di direstatura, operando su di un orzo primaverile e su due cultivar di grano vernino. Anche qui le spighe vennero direstate sia totalmente, sia a spighette alternate. Con la direstatura totale, il peso medio unitario delle cariossidi diminuì, rispetto al testimone, del 10,8% nell'orzo e dello 0,6% e del 5,4 %, rispettivamente, nelle due cultivar di grano. L'asportazione parziale delle reste determinò in genere una diminuzione minore. Questa — nelle spighette direstate — fu infatti, rispetto al testimone, del 6 % per l'orzo e del 3,2 % e 3,9 % nelle due cultivar di frumento e — nelle spighette non direstate — del 2,6 % per l'orzo e del 2,7 % per una delle due cultivar di frumento. Per l'altra cultivar di frumento, invece, non si ebbe diminuzione ma un lievissimo aumento.

La prova venne successivamente ripetuta, con identiche modalità, su lotti di tre piante portanti ciascuna due culmi, per ognuno dei quali si effettuarono separatamente le solite determinazioni. I risultati non si discostarono dai precedenti. Ma a noi sembra che l'Autore non abbia rilevato un fatto molto importante ai fini della interpretazione dei risultati della prova: e cioè che le variazioni riscontrate fra i dati medi della prima e della seconda spiga delle piante di ciascun lotto che aveva subito lo stesso trattamento, sono in genere molto elevate ed in alcuni casi addirittura superiori alle differenze riscontrate fra un lotto e l'altro. Sul materiale proveniente da queste ultime prove di direstatura, V e r v e l d e determinò il contenuto in ceneri ed in proteine, arrivando alla conclusione che nelle cariossidi provenienti dalle spighe non trattate il contenuto proteico si abbassa leggermente, mentre non si riscontrano differenze per il tenore in ceneri. Ma anche per i dati riguardanti il contenuto in proteina si potrebbero muovere le stesse obiezioni relativamente all'entità delle variazioni che si riscontrano fra le spighe di uno stesso lotto.

S u n e s o n, B a y l e s e F i f i e l d (1948) allevarono, attraverso incroci di ritorno *(back-crosses)* fra le due cv. di frumento « Baart » e « Onas », coppie di «forme» il più possibile uguali per le loro caratteristiche morfo-biologiche e per le caratteristiche chimiche e tecnologiche del loro prodotto, e differenziantesi soltanto per la presenza o l'assenza di reste. Coltivando per tre anni queste coppie in 16 diverse località degli Stati Uniti ed in due diverse località del Canadà, gli Autori constatarono che le forme aristate avevano — rispetto a quelle mutiche — una maggiore capacità produttiva e fornivano cariossidi a maggior peso unitario; e ciò si verificava sia se coltivate in condizioni di semiaridità, sia se poste in condizioni idriche favorevoli.

Recentemente Schulte (1955) ha esaminato, in diverse generazioni di ibridi di orzo, il comportamento ereditario del carattere « assenza di reste ». Lo stesso Autore ha dato anche conferma dell'importanza del ruolo che svolgono le reste come organi di assimilazione e di traspirazione, ed ha riscontrato che la asportazione di esse — effettuata al momento della fioritura — fa ridurre il numero e le dimensioni delle cariossidi.

Atkins e Norris (1955) hanno confrontato fra di loro dieci coppie di linee isogeniche di frumento, ottenute secondo la procedura suggerita dallo stesso Atkins e da Mangelsdorf. Le due linee di ciascuna coppia erano fenotipicamente e genotipicamente identiche e differivano soltanto per il fatto di essere una mutica ed una aristata. Confrontando i risultati produttivi di queste coppie, gli Autori sono giunti alla conclusione che le linee aristate forniscono produzioni significativamente più elevate e portano anche cariossidi più pesanti. Queste differenze a favore delle linee aristate si sono manifestate ancora più sensibili nelle annate di siccità. I suddetti Autori non hanno invece riscontrato differenze significative, per quanto riguarda il numero delle cariossidi a spiga, fra gli individui mutici ed aristati di ciascuna coppia.

⁂

Dalla letteratura che abbiamo passato in rassegna emerge quindi, innanzitutto, che la funzione fisiologica più manifesta svolta dalle reste è indubbiamente, in tutti i cereali, quella di organi di traspirazione, come concordemente è dimostrato dai reperti sperimentali di Zoebl e Mikosch, Vasilyev, Schmid, Perlitius, Schulze, Draghetti e Schulte.

Del resto, quanto questi Autori accertarono con le loro esperienze, trova conferma nell'esame anatomico ed istologico di queste appendici, le quali su due delle loro facce sono ricchissime di stomi, mentre sulla terza sono rivestite di un'epidermide costituita da cellule a pareti ondulate e provviste di numerose scanalature o da cellule sporgenti come papille, atte cioè a favorire l'attività traspiratoria cuticolare.

Circa l'andamento di questa attività funzionale, i reperti sperimentali sono pure abbastanza concordi. Per il grano, infatti, se Vasilyev trovò che la traspirazione delle reste raggiunge la più alta intensità durante la fioritura, Perlitius, e successivamente Schulze e Draghetti, giunsero invece alla conclusione che la quantità di acqua traspirata da questi organi è massima durante il periodo di maturazione delle cariossidi.

Altra funzione a cui le reste sono indubbiamente deputate è quella assimilatoria; ciò risulta evidente dalle due bande di tessuto clorofillico

assimilante che attraversano questi organi dalla base all'apice, in corrispondenza del quale dette bande si riuniscono in un unico cordone (vedi fig. I). Tale attività assimilatoria fu del resto sperimentalmente rilevata da S c h m i d.

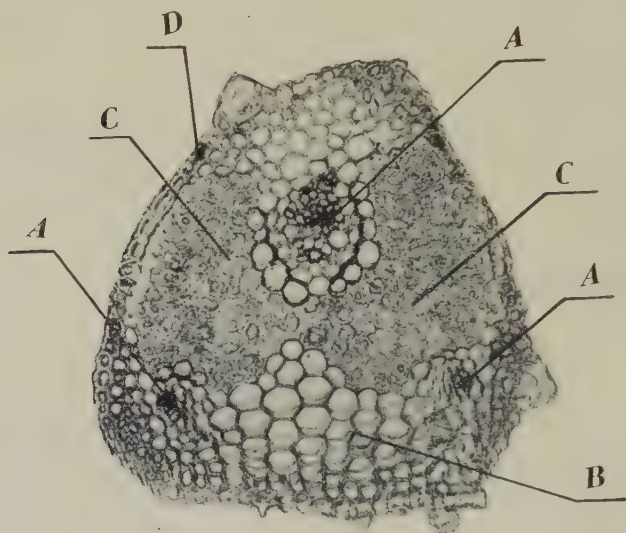



Fig. I. — Sezione trasversale di una resta di *Triticum vulgare*, Vill. (x 80): A) Fasci vascolari; B) Stereoma; C) Tessuto clorofillico; D) Stoma. (Orig.)

Per l'accertamento dei rapporti che intercorrono fra la presenza di reste e le caratteristiche produttive di un determinato cereale, sono stati seguiti — come può rilevarsi dalla letteratura riportata — metodi sperimentali assai diversi. E precisamente:

a) è stata esaminata quale azione determini l'asportazione delle reste sul peso unitario delle cariossidi ed anche sul loro numero a spiga e sulla loro composizione chimica;

b) si è indagato sui rapporti che, nelle spighette di una stessa infiorescenza, intercorrono fra lunghezza delle reste e caratteristiche delle cariossidi;

c) sono state poste in raffronto la produzione e le caratteristiche del prodotto di cultivar mutiche e di cultivar aristate;

d) sono state confrontate la produzione e le caratteristiche del prodotto di piante mutiche ed aristate appartenenti tutte ad una stessa generazione F_2 di un incrocio fra una cultivar mutica ed una aristata.

È indubbio che tutti questi metodi possono prestarsi — se esaminati da un rigoroso punto di vista sperimentale — a qualche critica circa la loro esattezza. In particolar modo, quello basato sul raffronto della produzione e delle caratteristiche del prodotto di cultivar mutiche ed aristate, ci sembra non possa fornire — nelle ricerche di cui trattasi — alcun utile risultato, in quanto, ovviamente, il materiale posto in comparazione nella maggioranza dei casi differisce, oltre che per la presenza e l'assenza di reste, anche per moltissimi altri caratteri che rendono il confronto stesso senza significato.

Anche il raffronto di piante mutiche ed aristate di una stessa generazione F_2, derivata da un unico incrocio, non può dirsi sia rigorosamente esatto. Troppe incertezze, infatti, esistono circa la assoluta equivalenza genetica dei due tipi, in conseguenza di possibili particolari accoppiamenti fra i geni che determinano la presenza o l'assenza di reste con quelli che presiedono alle caratteristiche produttive che si prendono in esame nella comparazione (peso unitario delle cariossidi, numero di cariossidi a spiga, ecc.); senza contare che in pratica — come del resto ha rilevato qualche autore che ha adottato questo metodo — è assai difficile poter rigorosamente differenziare, in una generazione F_2, le spighe aristate (omozigoti) da quelle semiaristate (eterozigoti).

Anche l'esame dei rapporti che, nelle spighette di una stessa spiga semiaristata, intercorrono fra lunghezza delle reste e caratteristiche delle cariossidi, non può dirsi fornisca risultati sicuramente attendibili, in quanto — come è risultato a molti sperimentatori e come anche logicamente fa presumere la funzione fisiologica svolta da queste appendici delle glumelle — l'influenza esercitata dalla resta non si limita alle sole spighette che ne sono fornite, ma si estende all'intera infiorescenza.

Infine, venendo al metodo della direstatura — metodo sperimentale che potrebbe definirsi *indiretto* — non può dirsi certamente che anche sull'esattezza di questo non siano da sollevarsi obiezioni, la più importante delle quali riflette l'azione negativa che può essere determinata dalle lesioni che si producono alla spiga con l'asportazione delle reste. Può ritenersi, però, che le esperienze di Harlan e Anthony abbiano sufficientemente dimostrato come questa azione sia di entità trascurabile. Detti Autori, infatti, seguendo giornalmente l'andamento dello sviluppo di cariossidi di orzo in spighe integre ed in spighe che erano state direstate,

accertarono che nelle due serie non si riscontravano differenze fino al 14° giorno dopo la direstatura, fino ad un'epoca, cioè, alla quale la eventuale azione delle lesioni avrebbe dovuto maggiormente farsi sentire. Comunque, anche se da queste lesioni un qualche minimo perturbamento potrà essere determinato, pur tuttavia riteniamo che questo metodo sia da considerare il meno inesatto ed il più rispondente allo scopo che queste esperienze si prefiggono.

Per la direstatura sono state poi seguite modalità diverse: vi è chi ha direstato totalmente le spighe e chi invece ha asportato le reste soltanto ad alcune spighette, in modo che, in una stessa infiorescenza, le spighette direstate venissero a trovarsi regolarmente alternate con quelle normali; chi, ancora, su di una stessa spiga ha direstato le spighette di una sola faccia lasciando integre quelle dell'altra; infine vi è chi ha semplicemente accorciato le reste invece di asportarle del tutto. L'influenza della direstatura, totale o parziale, è stata pure esaminata in rapporto all'epoca della sua esecuzione. I risultati ottenuti — anche se spesso, per ragioni diverse, non si adattano ad un rigoroso raffronto — non possono dirsi certamente concordanti. Per quanto riguarda il peso unitario delle cariossidi, la maggior parte dei ricercatori conclude che l'asportazione delle reste ne determina una riduzione. Questa può variare moltissimo da specie a specie e, nell'ambito di una stessa specie, da cultivar a cultivar. Si è dato anche il caso che una stessa cultivar, sperimentata da più ricercatori, abbia dato risultati sensibilmente diversi (vedasi la cv. « Cappelli » nelle prove di Galli e Conti); ciò che indubbiamente non può fare escludere che una notevolissima influenza sui risultati di simili prove possa essere esercitata — come afferma Draghetti — dalle condizioni ambientali in cui si opera. Per quanto riguarda le diverse specie di cereali, è l'orzo quello che, privato di reste, sembra subire una più forte diminuzione nel peso unitario delle cariossidi, ciò che è stato messo in rapporto con il rilevante sviluppo che, in tale specie, assumono normalmente queste appendici delle glumelle. La segale, invece — sia pure con qualche eccezione — sembra sia il cereale le cui cariossidi subiscono la minor diminuzione nel peso unitario quando le sue spighe vengono direstate. Tralasciando il *Triticum turgidum*, il *T. dicoccum* ed il *T. monococcum* — per i quali i reperti sperimentali sono in numero estremamente limitato — vediamo che per il frumento tenero i risultati sono oltremodo variabili, per quanto siano pressochè concordanti nell'indicare che la asportazione delle reste determina nella spiga di questo cereale una diminuzione del peso unitario delle cariossidi. Per il frumento duro questa diminuzione non è

stata riscontrata da tutti i ricercatori, i quali, per questa specie, hanno invece ottenuto reperti sperimentali notevolmente diversi. Ma è opportuno mettere in evidenza che il peso unitario delle cariossidi non sempre è stato determinato con identico criterio; alcuni autori, infatti, hanno effettuato questa determinazione sulle granella totalmente essiccate in stufa, mentre altri l'hanno effettuata su materiale in stato di naturale secchezza. Questo fatto potrebbe avere un'importanza non trascurabile ai fini dell'interpretazione dei risultati di tali determinazioni, quando risultasse confermato ciò che Harlan e Anthony rilevarono: cioè che il contenuto percentuale di umidità è, nelle cariossidi di spighe direstate, notevolmente più basso di quello che si riscontra nelle cariossidi provenienti da spighe normali.

Come abbiamo visto, vi è anche chi ha rilevato che l'asportazione delle reste può determinare una diminuzione nel numero medio di cariossidi a spiga e modificare altresì la loro composizione chimica; ma, pure a questo riguardo, i reperti ottenuti sono assai spesso discordi e talvolta addirittura contrastanti.

È da tenere infine presente che le differenze che sono state riscontrate fra spighe normali e spighe direstate — sia relativamente al peso unitario delle cariossidi, sia relativamente al loro numero medio a spiga ed alla loro composizione chimica — risultano generalmente di entità molto modesta e talvolta, come già abbiamo avuto occasione di rilevare, la loro significanza, dal punto di vista statistico, appare assai dubbia.

IMPIANTO E CONDUZIONE DELLE PROVE

Al fine di portare un contributo, sia pure modesto, alla conoscenza dell'azione che le reste esercitano sui fenomeni biologici che hanno sede nell'infiorescenza, abbiamo condotto le prove circa le quali riferiamo nella presente nota. In esse, per le ragioni precedentemente esposte, si è ritenuto opportuno adottare il metodo della direstatura; abbiamo cioè esaminato quale azione determini l'asportazione totale delle reste sulla produzione granellare e sulle caratteristiche chimiche e merceologiche del prodotto di cultivar di frumento tenero e duro. Ma le nostre osservazioni, oltre che alle granella, le abbiamo estese all'intera spiga; abbiamo esaminato cioè se e come la direstatura influisca sulle caratteristiche di tutti gli elementi morfologici di cui questa infruttescenza è costituita,

quali il rachide, le glume e le glumelle. Ad estendere in tal senso le ricerche siamo stati spinti dalla considerazione che alla nutrizione della cariosside direttamente contribuiscono, insieme ad altre parti della pianta, anche tutti gli elementi costituenti la spiga (P i e r r e, 1866; B o o n s t r a, 1936), elementi la cui attività biologica potrebbe forse essere modificata dalla asportazione delle reste, appendici — ad essi direttamente connesse — che sono sede di intensi processi vitali.

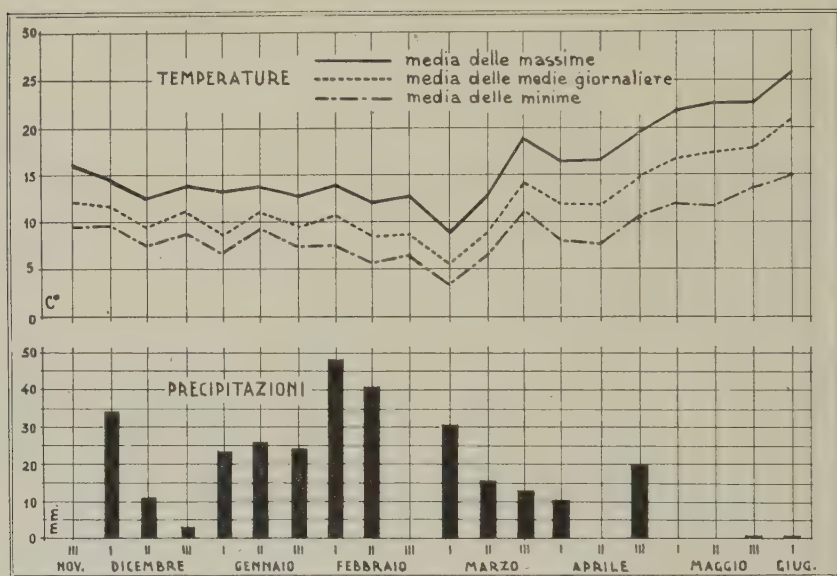



Fig. II. — Andamento delle temperature e delle precipitazioni nel periodo 20 novembre 1954 - 10 giugno 1955. (Dai dati rilevati all'Osservatorio Meteorologico annesso all'Istituto di Agronomia della Università di Sassari).

Le prove vennero condotte nell'annata 1954-55, in agro di Sassari (Azienda agraria sperimentale di Ottava annessa all'Istituto di Agronomia della Università), in un appezzamento di terreno di medio impasto, calcareo, subalcalino. L'andamento climatico che si registrò nell'annata è messo in evidenza dal grafico di cui alla fig. II.

Per queste esperienze impiegammo un frumento tenero (cv. « Faleria ») ed un frumento duro (cv. « Cappelli »), a ciascuno dei quali destinammo sei parcelle della superficie di 2 mq (m 4 × 0,5), riunite in due

blocchi adiacenti di tre parcelle ciascuna. In ciascun blocco le piante di una parcella fungevano da testimoni e non subirono pertanto alcun trattamento (tesi a). Alle spighe delle altre due parcelle, invece, vennero asportate totalmente le reste. In una parcella questa asportazione ebbe luogo alla spigatura (tesi b); nell'altra quando le cariossidi avevano raggiunto lo stadio di maturazione lattea (tesi c). Il terreno circostante a ciascun blocco venne pure coltivato con frumento della stessa cultivar. Si dette alle singole parcelle la forma di un rettangolo allungato, forma sperimentalmente meno razionale, ma che dovemmo adottare perchè l'operazione di direstatura potesse essere agevolmente effettuata su tutte le piante senza arrecare ad esse alcun danno. Non ritenemmo possibile operare su parcelle di superficie maggiore nè, come sarebbe stato certamente opportuno, disporre per ogni tesi un maggior numero di ripetizioni. Devonsi infatti tener presenti le difficoltà tecniche e pratiche che comporta la direstatura di un elevato numero di spighe.

Ci preoccupammo particolarmente di avere in tutte le parcelle un identico investimento; ciò cercammo di ottenere interrando isolatamente le cariossidi, le quali vennero poste alla distanza di cm 10 una dall'altra, su 5 file pure intervallate fra loro di 10 centimetri. In ogni parcella quindi avrebbero dovuto teoricamente trovarsi 200 piante; ma in effetti questo numero risultò notevolmente più basso per le inevitabili fallanze che si verificarono durante la vegetazione, fallanze che, da periodici controlli, risultarono di entità pressochè corrispondente in tutte le parcelle. Il fatto che l'investimento risultasse il più possibile uniforme veniva ad assumere in queste prove la massima importanza, costituendo infatti l'indispensabile presupposto perchè la produzione media unitaria delle spighe delle singole parcelle potesse ritenersi esattamente comparabile.

La preparazione del terreno e le cure colturali furono quelle che normalmente si praticano ad una coltura granaria. Durante il corso della vegetazione non si ebbero a lamentare attacchi parassitari o fitopatie di particolare rilievo. Quando le piante iniziarono l'emissione delle spighe, si effettuò, in una delle parcelle di ciascun blocco, l'asportazione delle reste, operazione che venne eseguita tagliando queste appendici qualche millimetro al di sopra del loro punto di inserzione sulla glumella. Ponemmo sempre particolare attenzione a non effettuare il taglio più in basso, in quanto ciò avrebbe causato l'asportazione della parte apicale della glumella medesima e quindi avrebbe potuto determinare un'apertura alla sommità delle brattee fiorali.

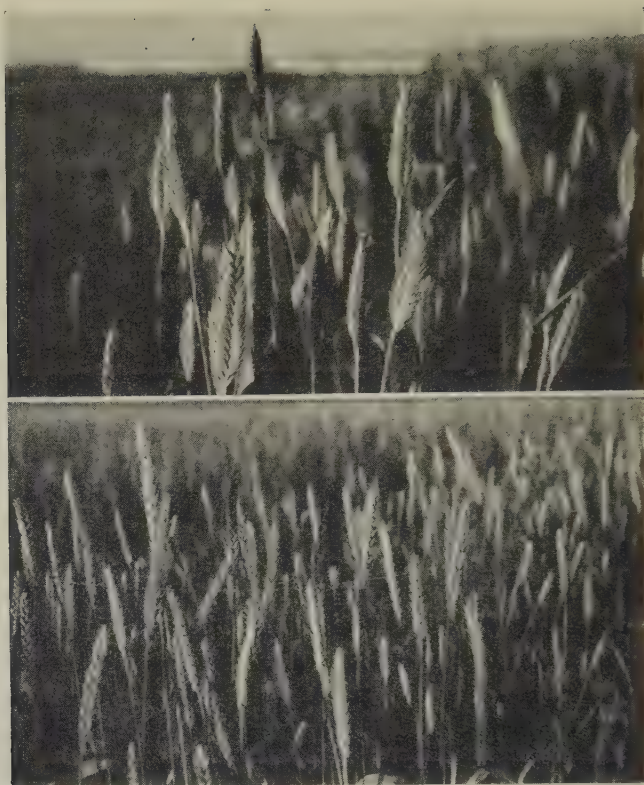



Fig. III. — Spighe di frumento della cv. « Cappelli » (in alto) e della cv. « Faleria » (in basso) totalmente direstate.

Analoga operazione l'effettuammo, in un'altra parcella di ciascun blocco, in epoca successiva, e precisamente quando le cariossidi avevano raggiunto lo stadio di maturazione lattea.

La raccolta si eseguì a completa maturazione delle cariossidi.

Le epoche alle quali vennero eseguite le semine ed alle quali ebbero luogo le diverse fasi vegetative, sono esposte, per le due cultivar sperimentate, nel seguente prospetto:

	Cv. « Faleria »	*Cv. « Cappelli »*
Semina	28-XI -1954	26-XI -1954
Inizio delle nascite . . .	6-XII-1954	4-XII-1954
Spigatura	15-IV -1955	30-IV -1955
Antesi	17-V -1955	27-V -1955
Maturazione e raccolta . .	5-VI -1955	10-VI -1955

Eseguita la raccolta, del prodotto di ciascuna parcella prendemmo in esame soltanto le spighe, che separammo dai relativi culmi tagliando questi in corrispondenza del punto di inserzione della prima spighetta basale. Determinammo quindi il peso medio delle spighe complete e, separatamente, anche quello dei loro singoli costituenti (cariossidi, rachide, glume e glumelle). A quelle che provenivano dalle parcelle di controllo, avemmo cura di asportare, prima della pesatura, le reste, in modo che tutti i lotti venissero a trovarsi in identiche condizioni. Sempre sul prodotto di ciascuna parcella, effettuammo la determinazione del peso e del numero medio delle cariossidi di una spiga, la determinazione del peso ettolitrico e del peso di 1.000 cariossidi.

Per controllare se l'asportazione delle reste potesse avere influito sulle caratteristiche qualitative delle granella, conducemmo un'apposita serie di ricerche, per le quali vennero seguiti i metodi già descritti in una nostra precedente nota (1955). Il dato relativo alla percentuale di sostanza secca contenuta nelle granella, lo rilevammo al momento della raccolta.

Ritenemmo utile infine determinare, per ciascuna parcella, l'azoto e le sostanze minerali contenute sia nelle spighe complete che nei loro singoli costituenti. Queste analisi — che vennero eseguite nel laboratorio di Chimica agraria della Università di Pisa — ebbero lo scopo di accertare se la composizione chimica delle diverse parti dell'infruttescenza potesse subire variazioni a seguito della asportazione delle reste. Anche per queste ricerche giova avvertire che i reperti analitici, relativi alle glume ed alle glumelle provenienti dalle parcelle di controllo, si riferiscono a materiale preventivamente privato delle reste.

Tutti i dati ottenuti dalle predette ricerche vennero statisticamente elaborati con il metodo della varianza.

RISULTATI

In ripetute osservazioni effettuate durante il corso della vegetazione, non rilevammo mai alcuna differenza fra le piante normali e quelle alle quali erano state asportate le reste. In quest'ultime, infatti, sia l'antesi che le successive fasi vegetative ebbero un normale andamento, nè si rilevarono anticipi o ritardi nella maturazione.

Di seguito si espongono i risultati, avvertendo che i valori che si riportano nelle tabelle rappresentano il dato medio delle parcelle ripetute.

a) *Peso medio delle spighe complete e dei loro singoli costituenti.*

Dall'esame dei dati contenuti nella Tabella I si rileva che, ad eccezione del peso delle glume e glumelle della cv. « Cappelli », non si riscontrano, fra le tre tesi, differenze significative, nè per il peso dei singoli costituenti della spiga, nè per quello delle spighe complete. Per quanto

TABELLA I

Peso medio di 100 spighe complete e dei loro singoli costituenti (Grammi di sostanza secca)

Tesi	Trattamento alle spighe	Cv. « FALERIA »				Cv. « CAPPELLI »			
		Peso dei rachidi	Peso delle glume e glumelle	Peso delle cariossidi	Peso della spiga completa	Peso dei rachidi	Peso delle glume e glumelle	Peso delle cariossidi	Peso della spiga completa
a	Controllo	10,35	41,00	142,18	193,53	7,80	55,50	182,76	246,06
b	Direstate alla spigatura	12,00	38,15	172,03	222,18	7,90	37,65	176,72	222,27
c	Direstate alla maturazione lattea . . .	9,60	28,80	127,00	165,40	7,75	39,50	187,36	234,61
	F	0,980 (n. s.)	1,435 (n. s.)	0,995 (n. s.)	0,936 (n. s.)	0.009 (n. s.)	84,510 (*)	0,529 (n. s.)	1,650 (n. s.)
	D. m. s. (P = 0,05) .	—	—	—	—	—	6,492	—	—

(n. s.) = La prova non è significativa.
(*) = La prova è significativa per P = 0,05.
N. B. — Nella presente e nelle successive tabelle, i valori teorici di F sono per P = 0,05: 19,00; per P = 0,01: 99,01.

l'esame dei singoli dati parcellari metta in evidenza che lo sviluppo dell'infruttescenza e delle parti che la costituiscono è soggetto a forti variazioni, i dati medi porterebbero ad ammettere che l'asportazione delle reste tende a determinare — con andamento diverso per i due frumenti — una riduzione nello sviluppo della spiga.

b) *Peso e numero medio delle cariossidi di una spiga.*

Anche per quanto riguarda questi caratteri, le differenze che si riscontrano fra spighe direstate e spighe normali non sono statisticamente

significative (Tabella II). Come nel caso precedente si rilevano sensibili variazioni fra i dati delle tesi omologhe, tanto che la varianza dell'errore risulta addirittura superiore a quella dei trattamenti sperimentati. L'esame dei valori medi porterebbe ad ammettere che, nel frumento tenero, le spighe direstate più anticipatamente diano, rispetto alle spighe

TABELLA II

Peso e numero delle cariossidi di 1 spiga
(Valori medi sul totale delle spighe di ciascuna parcella)

Tesi	Trattamento alle spighe	Cv. « FALERIA »		Cv. « CAPPELLI »	
		Peso delle cariossidi di 1 spiga	Numero delle cariossidi di 1 spiga	Peso delle cariossidi di 1 spiga	Numero delle cariossidi di 1 spiga
a	Controllo	1,647	41,96	2,085	33,25
b	Direstate alla spigatura	1,990	48,30	2,020	33,87
c	Direstate alla maturazione lattea	1,469	39,32	2,140	35,73
	F	0,992 (n. s.)	0,709 (n. s.)	0,369 (n. s.)	0,905 (n. s.)
	D. m. s.	—	—	—	—

(n. s.) = La prova non è significativa.

normali, una maggiore produzione in granella, mentre questa produzione risulterebbe assai minore del controllo nelle spighe direstate allo stadio di maturazione lattea delle cariossidi. Le variazioni riscontrate potrebbero imputarsi ad una diversa fertilità della spiga. Nel frumento duro, invece, i dati medi relativi al peso ed al numero delle cariossidi a spiga assumono un andamento pressochè opposto.

c) *Peso ettolitrico, peso unitario delle cariossidi e caratteristiche qualitative del prodotto.*

L'asportazione delle reste, sia che sia stata effettuata alla spigatura che alla fioritura, non ha determinato nelle caratteristiche qualitative del prodotto granellare differenze significative (vedi Tabella III). Soltanto per il frumento duro la direstatura ha dimostrato di svolgere — sia pur con non

TABELLA III

Peso ettolitrico, peso di 1.000 cariossidi e caratteristiche qualitative del prodotto

Tesi	Trattamento alle spighe	Cv. « FALERIA »						Cv. « CAPPELLI »						
		Peso ettolitrico	Peso di 1.000 cariossidi	Caratteristiche qualitative				Peso ettolitrico	Peso di 1.000 cariossidi	Caratteristiche qualitative				
				Sostanza secca	Resa in semole e farina	Glutine secco su farina secca	Linea della stabilità dell'e-spansogramma			Sostanza secca	Resa in semole e farina	Glutine secco su farina secca	Linea della stabilità dell'e-spansogramma	Bianconatura
			gr	%	%	%	mm		gr	%	%	%	mm	%
a	Controllo	78,86	38,172	86,30	85,20	8,15	45,5	82,77	62,373	87,65	89,89	13,14	71,0	0
b	Direstate alla spigatura	77,87	40,766	86,45	85,15	7,81	47,5	82,56	58,934	87,50	89,95	13,46	56,5	0
c	Direstate alla maturazione lattea	77,73	36,741	86,45	84,52	7,59	47,5	82,46	60,242	87,55	89,10	12,87	48,0	0
	F	0,185 (n. s.)	1,888 (n. s.)	3,000 (n. s.)	0,693 (n. s.)	1,321 (n. s.)	0,070 (n. s.)	0,174 (n. s.)	13,492 (n. s.)	0,343 (n. s.)	0,324 (n. s.)	0,448 (n. s.)	2,140 (n. s.)	—
	D. m. s.	—	—	—	-	—	—	—	—	—	—	—	—	—

(n. s.) = La prova non è significativa.

sufficiente significanza — una certa azione sul peso unitario delle cariossidi, peso che, rispetto al testimone, risulta sensibilmente minore. Questa diminuzione sembrerebbe di maggiore entità nelle spighe direstate in epoca più anticipata. Nel frumento tenero, invece, non si possono rilevare per questo carattere significative variazioni.

Circa il contenuto in sostanza secca della granella, i risultati ottenuti non confermerebbero quanto Harlan e Anthony rilevarono. Infatti, nei due frumenti sperimentati, il tenore in umidità delle cariossidi appare perfettamente corrispondente in tutti i lotti.

d) *Contenuto in azoto ed in sostanze minerali della spiga e dei singoli suoi costituenti (cariossidi, rachide, glume e glumelle).*

I reperti di queste ricerche sono raccolti nelle Tabelle IV, V, VI e VII. Dal loro esame può rilevarsi immediatamente come le differenze relativamente più attendibili siano proprio quelle che si riscontrano nella composizione chimica delle cariossidi e delle altre parti costituenti l'infruttescenza. Queste differenze non presentano però, nelle due specie di *Triticum* sperimentate, una stretta analogia e manifestano altresì un andamento molto variabile che ne rende oltremodo difficile l'interpretazione.

Per quanto riguarda le cariossidi (Tabella IV), non si notano nei due frumenti variazioni significative nel tenore complessivo in sostanze minerali, bensì nel contenuto di determinati elementi. Così, nella cv. « Faleria », sono l'azoto, il fosforo ed il potassio (anche se per quest'ultimo elemento il confronto fra le tesi non possa essere fatto con sufficiente significanza) quelli che subiscono variazioni. Un maggior contenuto in questi tre elementi si rileva infatti nelle cariossidi prodotte dalle spighe private di reste, senza che però si appalesino apprezzabili differenze in relazione all'epoca di direstatura. Nella cv. « Cappelli », sebbene per i reperti analitici di nessun elemento si presenti la possibilità di un attendibile confronto fra le tesi, i dati medi tenderebbero anche qui ad indicare che le spighe precocemente direstate sono quelle che danno cariossidi a maggior tenore in fosforo ed in potassio.

Passando ad esaminare i risultati ottenuti per gli altri costituenti della spiga (Tabelle V e VI), si nota come l'asportazione delle reste abbia determinato anche in questi qualche variazione nel metabolismo minerale. Nei rachidi delle spighe direstate (e particolarmente in quelle che hanno subito questo trattamento in epoca più anticipata) si accerta, in linea generale, un più elevato tenore complessivo in sostanze minerali ed una maggior percentuale di azoto, per quanto debbasi tenere presente che, per

TABELLA IV

Contenuto in azoto ed in sostanze minerali delle cariossidi ($^0/_{00}$ sulla sostanza secca)

Tesi	Trattamento alle spighe	Cv. « FALERIA »						Cv. « CAPPELLI »					
		N	P_2O_5	K_2O	Na_2O	Altre sostanze minerali	Totale ceneri	N	P_2O_5	K_2O	Na_2O	Altre sostanze minerali	Totale ceneri
a	Controllo	17,10	2,890	2,339	0,636	9,133	15,000	23,45	3,460	2,266	0,690	9,832	16,250
b	Direstate alla spigatura	17,60	3,426	2,541	0,606	7,676	14,250	23,45	3,627	2,399	0,563	8,411	15,000
c	Direstate alla maturazione lattea	17,55	3,233	2,589	0,616	9,560	16,000	22,45	3,335	2,246	0,523	8,645	14,750
	F	30,300 (*)	24,500 (*)	7,000 (n. s.)	0,250 (n. s.)	3,232 (n. s.)	1,764 (n. s.)	7,389 (n. s.)	2,687 (n. s.)	1,037 (n. s.)	0,612 (n. s)	4,573 (n. s)	4,440 (n. s.)
	D. m. s. (P = 0,05)	0,302	0,332	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

(n. s.) = La prova non è significativa.
(*) = La prova è significativa per P = 0,05.

TABELLA V

Contenuto in azoto ed in sostanze minerali dei rachidi ($^0/_{00}$ sulla sostanza secca)

Tesi	Trattamento alle spighe	Cv. « FALERIA »						Cv. « CAPPELLI »					
		N	P_2O_5	K_2O	Na_2O	Altre sostanze minerali	Totale ceneri	N	P_2O_5	K_2O	Na_2O	Altre sostanze minerali	Totale ceneri
a	Controllo	4,90	0,622	6,896	1,083	38,397	47,000	3,90	1,368	5,219	1,323	28,339	36,250
b	Direstate alla spigatura	4,85	0,870	6,530	1,062	43,286	51,750	4,30	1,808	6,092	0,686	45,662	54,250
c	Direstate alla maturazione lattea	5,20	0,873	6,492	1,076	34,555	43,000	4,20	1,905	5,227	0,809	30,457	38,400
	F	1,153 (n. s.)	27,667 (*)	0,745 (n. s.)	0,852 (n. s.)	14,013 (n. s.)	24,894 (*)	12,357 (n. s.)	0,340 (n. s.)	2,874 (n. s.)	38,000 (*)	4,583 (n. s.)	4,435 (n. s.)
	D. m. s. (P = 0,05)	—	0,165	—	—	—	5,335	—	—	—	0,332	—	—

(n. s.) = La prova non è significativa.
(*) = La prova è significativa per P = 0,05.

TABELLA VI

Contenuto in azoto ed in sostanze minerali delle glume e delle glumelle ($^0/_{00}$ sulla sostanza secca)

Tesi	Trattamento alle spighe	Cv. « FALERIA »						Cv. « CAPPELLI »					
		N	P_2O_5	K_2O	Na_2O	Altre sostanze minerali	Totale ceneri	N	P_2O_5	K_2O	Na_2O	Altre sostanze minerali	Totale ceneri
a	Controllo	7,95	1,000	3,948	1,040	81,760	87,750	5,75	1,380	3,297	1,043	74,777	80,500
b	Direstate alla spigatura	6,05	0,891	4,016	0,903	102,187	108,000	6,30	3,448	5,565	1,036	111,199	121,250
c	Direstate alla maturazione lattea . . .	7,15	0,997	4,407	0,943	88,901	95,250	4,70	0,768	2,743	0,685	77,052	81,250
	F	11,666 (n. s.)	5,333 (n. s.)	2,964 (n. s.)	1,667 (n. s.)	4,759 (n. s.)	4,409 (n. s.)	0,933 (n. s.)	3,023 (n. s.)	5,616 (n. s.)	1,704 (n. s.)	5,363 (n. s.)	5,136 (n. s.)
	D. m. s.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

(n. s.) = La prova non è significativa.

TABELLA VII

Contenuto in azoto ed in sostanze minerali della spiga completa ($^0/_{00}$ sulla sostanza secca)

Tesi	Trattamento alle spighe	Cv. « FALERIA »						Cv. « CAPPELLI »					
		N	P_2O_5	K_2O	Na_2O	Altre sostanze minerali	Totale ceneri	N	P_2O_5	K_2O	Na_2O	Altre sostanze minerali	Totale ceneri
a	Controllo	17,20	2,367	2,924	0,747	26,137	32,176	18,83	2,920	2,591	0,788	25,091	31,391
b	Direstate alla spigatura	14,93	2,852	3,011	0,681	25,775	32,320	19,87	3,533	3,068	0,648	27,179	34,429
c	Direstate alla maturazione lattea . . .	15,01	2,703	3,133	0,699	24,895	31,430	18,86	2,856	2,428	0,559	20,917	26,760
	F	0,728 (n. s.)	49,400 (*)	44,000 (*)	2,500 (n. s.)	0,351 (n. s.)	0,192 (n. s.)	43,812 (*)	3,066 (n. s.)	22,150 (*)	1,359 (n. s.)	6,041 (n. s.)	5,388 (n. s.)
	D. m. s. (P = 0,05)	—	0,214	0,0954	—	—	—	0,541	—	0,145	—	—	—

(n. s.) = La prova non è significativa.
(*) = La prova è significativa per P = 0,05.

questi dati, soltanto in pochi casi l'elaborazione statistica ha dimostrato la possibilità di un significativo confronto. Anche i reperti analitici relativi alla composizione chimica delle glume e delle glumelle non consentono alcuna attendibile comparazione. Emerge però che i valori medi relativi al contenuto in ceneri sono, per le spighe direstate alla spigatura, nettamente superiori sia a quelli del controllo che a quelli delle spighe a cui le reste vennero asportate all'inizio della maturazione.

La composizione chimica della spiga completa (Tabella VII), logicamente legata a quella di tutti gli elementi che la spiga stessa costituiscono, manifesta, in rapporto ai trattamenti sperimentati, particolari e più precise differenze. Si nota anche qui che le spighe del frumento tenero, private di reste, presentano un maggior contenuto in fosforo ed in potassio, mentre quelle del frumento duro — direstate alla spigatura — presentano un maggior contenuto in potassio ed in azoto. Per tutti gli altri reperti analitici non possono farsi attendibili raffronti.

In conclusione, quindi, risulta che l'asportazione delle reste ha determinato nella spiga variazioni nella trasmigrazione delle sostanze minerali. Queste variazioni — sia in relazione ai singoli costituenti della spiga, che nei riguardi dei diversi elementi che si sono presi in esame — manifestano un andamento oltremodo complesso e di non facile interpretazione. Questo andamento inoltre non presenta, nelle due specie sperimentate, che una modesta analogia.

CONCLUSIONI

I risultati ottenuti mettono innanzitutto in evidenza che l'asportazione totale delle reste non ha determinato, in queste prove, quelle sensibili e nette variazioni nella produzione e nelle caratteristiche del prodotto che da altri ricercatori erano state riscontrate. A parte la differente modalità d'impostazione dell'esperienza ed il criterio diverso da noi seguito nella elaborazione dei risultati, questa mancata concordanza potrebbe forse parzialmente imputarsi al fatto che le condizioni climatiche verificatesi durante il corso della vegetazione non siano state le più propizie a far sì che le reste svolgessero in pieno le loro funzioni. Il decorso termico e l'andamento delle precipitazioni, infatti, non furono certamente tali — date anche le caratteristiche del terreno — da determinare quelle condizioni di spiccato xerofitismo, che — secondo Draghetti — sarebbero indispensabili a far esplicare a questi organi la loro specifica attività funzionale.

Le conclusioni che possono trarsi debbono quindi ritenersi valide per le condizioni ambientali nelle quali abbiamo operato e per le specie e le cultivar che si sono impiegate, dato che è pure sufficientemente dimostrato che, alla asportazione delle reste, non tutte le specie e non tutte le cultivar di una stessa specie reagiscono nella stessa maniera. Lo riprova, del resto, anche la non corrispondenza dei risultati che abbiamo ottenuto per i due frumenti sperimentati.

La prima conclusione è quella che non solo le cariossidi, ma anche le altre parti che costituiscono l'infruttescenza, risentono — non tanto nel loro sviluppo quanto nella loro composizione chimica — della asportazione delle reste. Per quanto riguarda lo sviluppo, infatti, nel frumento duro sono soltanto le glume e le glumelle quelle che subiscono una significativa riduzione, la quale si riscontra del resto — sia pure senza sufficiente significanza — anche nel frumento tenero. Non appaiono invece significative le variazioni che riguardano la produzione granellare della spiga, la cui fertilità (numero di cariossidi a spiga) non sembra sia decisamente influenzata dal trattamento. A questo proposito, non è forse da escludere che la diminuzione nel numero delle cariossidi riscontrata da alcuni ricercatori nelle spighe direstate alla spigatura, possa spiegarsi con il fatto che, nell'asportare le reste, siano state talvolta inavvertitamente recise anche le parti apicali delle brattee fiorali, e di conseguenza — venutasi a determinare una apertura nel fiore — si siano posti gli organi sessuali nelle condizioni di poter essere più facilmente danneggiati.

I risultati conseguiti, poi, non danno una precisa conferma del fatto, più comunemente rilevato, che l'asportazione delle reste determini una riduzione del peso unitario delle cariossidi. Questa riduzione noi l'abbiamo riscontrata, e con sufficiente significanza, soltanto per il frumento duro.

Inoltre, mentre si rileva che i caratteri qualitativi delle cariossidi non subiscono, in conseguenza del trattamento sperimentato, modificazioni apprezzabili, si accerta invece che questo trattamento modifica sensibilmente il metabolismo minerale dell'intera infiorescenza, per cui sia le cariossidi, che le altre parti costituenti la spiga, manifestano nei riguardi del contenuto in determinati elementi, significative variazioni. Come già abbiamo detto, queste variazioni, non identiche per le due specie, presentano un andamento oltremodo complesso.

Fra le spighe direstate in epoca diversa, sono pure evidenti, per i caratteri presi in esame, sensibili differenze, le quali potrebbero mettersi in relazione al fatto che l'attività fisiologica delle reste — e di conseguenza l'azione che esse svolgono sull'attività biologica che ha sede nell'infiore-

scenza — varia di intensità nel corso della vegetazione. I reperti ottenuti porterebbero infatti ad ammettere, per taluni dei caratteri presi in esame, che l'asportazione delle reste effettuata alla spigatura, determini degli effetti pressochè opposti a quelli che si rilevano quando la stessa asportazione venga effettuata più tardivamente.

In una serie di esperienze, già in corso di svolgimento, ci ripromettiamo comunque di esaminare più approfonditamente taluni aspetti del problema del quale ci siamo occupati in questa nota.

RIASSUNTO

Dopo aver passato in rassegna la letteratura relativa alla funzione fisiologica delle reste nei cereali ed ai rapporti esistenti fra la presenza di questi organi e le caratteristiche produttive della spiga, l'Autore riferisce su una prima serie di ricerche che hanno avuto lo scopo di accertare quale azione determini la direstatura totale delle spighe (effettuata alla spigatura ed alla fase di maturazione lattea delle cariossidi) sulla produzione granellare e sulle caratteristiche chimiche e merceologiche del prodotto di cultivar di frumento tenero e duro. Oltre che alle cariossidi, le ricerche sono state estese anche agli altri elementi costituenti la spiga (rachidi, glume e glumelle), per esaminare l'eventuale influenza dell'asportazione delle reste sullo sviluppo e sulla composizione chimica di essi.

BIBLIOGRAFIA

Aamodt O. S. e Torrie J. H., 1934 — The relation between awns and yeld in spring wheat. *Can. Journ. of. Res., 11,* pp. 207-212.

Atkins I. M. e Norris M. J., 1955 — The influenze of awns on yeld and certain morphological characters of wheat. *Agron. Journ., 47,* pp. 218-220.

Bayles B. B. e Suneson C. A., 1940 — Effect of awn on kernel weight, test weight, and yield of wheat. *Journ. of Amer. Soc. of Agronomy, 32,* pp. 382-388.

Boonstra A. E. H. R., 1936 — Der Einfluss der verschiedenen assimilierenden Teile auf dem Samenertrag von Weizen. *Zeitsch. f. Züchtg. (A. Pflanzenzüchtg.), 21,* p. 115.

Clark J. A., Florell V. H. e Hooker J. R., 1928 — Inheritanee of awnedness, yeld, and quality in crosses between Bobs, Hard Federation and Propo wheats at Davis, California. *U. S. Dept. Agr., Techn. Bull. 39.*

Clark J. A. e Quisenberry K. S., 1929 — Inheritance of yeld and protein content in crosses of Marquis and Kota spring wheats grown in Montana. *Journ. of Agric. Research, 38,* pp. 205-217.

Conti G., 1929 — Sulla funzione delle reste nei grani duri. *Ann. di Tecn. Agr., 1* (4), pp. 419-422.

DRAGHETTI A., 1927 — Forme e limiti dello xerofitismo del frumento. Le basi biologiche dell'aridocoltura. *Tip. Valbonesi,* Forlì.

DRAGHETTI A., 1932-34 — Il problema biologico dell'adattamento delle piante. Valore ecologico delle forme mutiche ed aristate del frumento. *Ann. R. Staz. sperim. agrar. Modena,* N. S., *3*.

FAVILLI R., 1955 — Aspetti e problemi della granicoltura sarda. *Ann. Fac. Agr. Univ. Pisa,* N. S., *16,* pp. 81-144.

FLEISCHMANN R., 1916. — [Funzione delle reste nel frumento indigeno ungherese]. *Zeitsch. f. Pflanzenzücht., 4,* pp. 335-346. [Riass. in: *Boll. Pat. Veg., 8,* pp. 737-738, (1917)].

GALLI P., 1938 — Esperimenti sopra l'effetto che la direstatura parziale o totale delle spighe di frumento esercita sulla produzione e sul peso delle cariossidi. *Ann. Fac. Agr. Univ. Pisa,* N. S., *1,* pp. 226-232.

GOULDEN C. H. e NEATBY K. W., 1929 — A study of disease resistance and other varietal characters of wheat. Application of the analysis of variance and correlation. *Scientif. Agric., 9,* pp. 575-586.

GRANTHAM A. E., 1919 — Wheat investigations-varieties. *Delaware Agr. Exp. Stat., Bull.* 121, pp. 3-49.

HARLAN H. V. e ANTHONY S., 1920 — Development of barley kernels in normal and clipped spikes and the limitations of awnless and hooded varieties. *Journ. of Agric. Res., 19,* pp. 431-472.

HAYES H. K., 1923 — Inheritance of kernel and spike characters in crosses between varieties of Triticum vulgare. *Minn. Univ. Stud. Biol. Sci., 4,* pp. 163-182.

ISENBECK K. e VON ROSENSTIEL K., 1949 — Die Züchtung des Weizens. In: Handbuch der Pflanzenzüchtung, *2,* p. 392, *P. Parey,* Berlin.

LAMB. C. A., 1937 — The relation of awns to the productivity of Ohio wheats. *Journ. of Amer. Soc. of Agronomy. 29,* pp. 339-348.

MEISTER G. K., CHÉCOURDINE A. P. e PLOTNIKOFF N. I., 1927 — Prirost souchovo vechtchestva zerna on raslitchnich pchénitz i ispolzovanié nedorazvitovo zerna dlia posiéva v. polié. *Jorn. optinoï agronomiki iougo-vostoka, 3* (2), pp. 134-153. [Riass. in: *Rass. Intern. di Agron., 18,* N. S., pp. 1322-1324, (1927)].

MILLER E. C., GAUCH H. G e GRIES G. A., 1944 — A study of the morphological nature and physiological functions of the awns of winter wheat. *Kans. Agr. Expt. Sta., Tech. Bull.* 57.

MOSKALENKO G. L., 1930 — [Ricerche sulla relazione esistente fra presenza di reste ed elementi della produttività, in ibridi di frumento vernino]. *Proc. U.S.S.R. Congress of Genetics, Plant and Animal Breeding* (Leningrad), *4,* pp. 227-241.

PERLITIUS L., 1904 — Der Einfluss der Begrannung auf die Wasserverdunstung der Ähren und die Kornqualität. *Mitt. der Landw. Inst. der Kön. Univ. Breslau, 2,* p. 305.

PIERRE I., 1866 — Recherches expérimentales sûr le dévelopement du blé. Paris.

Rosenquist C. E,, 1936 — The influence of the awn upon the development of the kernel of wheat. *Journ. of Amer. Soc. of Agron., 28,* p. 284.

Schmid B., 1898 — Bau und Funktionen der Grannen unserer Getreidearten. *Bot. Centbl., 76,* pp. 39, 75, 119, 218, 305-307.

Schulte H. K., 1955 — Untersuchungen zur Genetik and zur physiologischen Funktion der Granne bei der Gerste. *Zeitsch. f. Pflanzenzücht., 34,* pp. 157-196.

Schulze E. W,, 1912-13 — Vergleichende Traspirationsversuche zwischen begrannter und grannenloser Gerste. *Mitt. der Landw. Lehrk. der K. K. Hochschule für Bodenkultur, 1* (3), pp. 285-308.

Suneson C. A., Bayles B. B. e Fifield C. C., 1948 — Effects of awns on yeld and market qualities of wheat. *U. S. Dept. Agric., Circ.* 783.

Tedin H., 1916 — Om kornets borstfällning och densammas inverkan pa kärnafkastningen. *Sveriges Utsädeförenings Tidskrift, 26,* pp. 245-253.

Toulaïkoff N. M. e Pisarevski N. F., 1927 — Nakoplenïe soli, obchtchevo i bielkovovo azota i kracmala pri sozrievanii razlitchnich pchénitz. *Journ. optinoi agronomiki iougo-vostoka, 3,* 2, pp. 17-50. [Riass. in: *Russ. Intern. di Agron., 18,* N. S., pp. 1321-1322, (1927)].

Treyakov S., 1902 — [Influenza delle reste nelle graminacee]. *Khozyaene, 6,* pp. 188-191. [Riass. in: *Exp. Stat. Rec., 14,* p. 839, (1902-1903)].

Vasilyev N. I., 1897 — [Sopra il ruolo delle reste nelle graminacee]. *Zap. Novo-Alexandri Inst. Selsk. Khoz. i Lyesov., 10,* pp. 119-168. [Riass. in: *Exp. Stat. Rec., 10,* pp. 718-719, (1898-99)].

Vervelde G. J, 1946 — Over de beteekenis der kafnaald bij onze granen. *Meded. Landbouwhoogeschool,* Wageningen, *48* (2), pp. 35-60.

Vervelde G. J., 1953 — The agricultural value of awns in cereals. *Netherl. Journ. of Agric. Science, 1* (1), pp. 2-10.

Von Proskowetz E., 1893 — Nutation und Begrannung in ihren correlativen Beziehungen. *Landw. Jahrb.,* 22, p. 629.

Zaleski E., 1910 — Boebachtungen über die Begrannung des Weizens. (Riass. in: *Journ. f. Landw.,* p. 139).

Zooebl A. e Mikosch C., 1892 — Die funktion der Grannen der Gerstenhäre. *Sitz.-berichte der K. Akad. der Wiss., Math. u. Naturw. Cl., 101,* I, pp. 1033-1060.

Sassari, ottobre 1955.

Istituto di Zootecnica generale dell'Università di Sassari
Osservatorio di Genetica animale di Torino
(Direttore inc.: Prof. PIETRO DASSAT)

Variazioni della produzione di latte nella specie bovina — Studio analitico con osservazioni critiche sul miglioramento genetico e paratipico dell'attitudine.

PIETRO DASSAT

« L'allevamento del bestiame è la più grande industria nella quale la scienza non sia stata ancora applicata ». Queste parole vennero pronunciate nel 1904 da William Bateson all'Associazione zoologica britannica, di cui era Presidente. Bateson aggiunse anche che nei riguardi dello studio dell'eredità e delle variazioni dei caratteri, cioè della scienza che nel 1906 egli definì Genetica, tale applicazione sarebbe stata di straordinaria utilità.

Invero, agli inizi, la Genetica non fu di effettivo aiuto per gli allevatori. Molti studiosi ritenevano che la conoscenza delle leggi di Mendel svelasse i segreti della zootecnica, ma noi possiamo dire, oggi, che se le applicazioni del mendelismo furono utili per prevedere e indirizzare la eredità dei caratteri semplici (p. es. colore del mantello, letali, ecc.), furono invece dei fallimenti nei riguardi dei caratteri complessi o produttivi o quantitativi (produzioni di latte, carne, uova, lana, ecc.) che sono i caratteri che più importano al vero allevatore.

La possibilità di affrontare razionalmente il problema genetico dei caratteri quantitativi venne scoperta soltanto verso il 1920 dall'avvicinamento delle due scuole mendeliana e biometrica, da cui ebbe origine la nuova Genetica, detta anche quantitativa. Le sue prime applicazioni al bestiame da reddito si hanno verso il 1930 negli Stati Uniti per opera di J. L. Lush e verso il 1945 in Europa con la costituzione dell'Organizzazione britannica di ricerca genetica e zootecnica.

Senza voler riassumere le conquiste e i risultati realizzati dalla Genetica quantitativa in questi pochi anni, può essere importante chiarire alcuni concetti di più immediato interesse poichè ora, per la prima volta nella storia del mondo, sono a nostra disposizione razionali metodi per conseguire l'auspicato miglioramento genetico delle nostre razze popolazioni.

Come spiegano i genetisti zootecnici i notevoli risultati conseguiti fin qui dagli allevatori? La risposta è possibile. A parte il progresso produttivo dipendente dalle migliorate condizioni dell'« ambiente » (quindi igiene, lotta contro le malattie, alimentazione, ginnastica funzionale, ecc.) in cui vivono i nostri animali, nonchè l'evolversi degli studi di fisiologia veterinaria applicata a caratteri quali la fertilità e ai fattori che la fertilità controllano, la spiegazione è duplice. Da un lato, l'allevamento del bestiame è anche arte e il successo molto dipende dalla intuizione e dall'occhio che alcuni allevatori hanno in sommo grado, e dall'altro, alcuni dei sistemi adottati in pratica sono essenzialmente, sebbene inconsciamente, scientifici.

Per alcuni altri sistemi invece, che rientrano anch'essi nella tradizione oppure che appartengono alla ideologia zootecnica ancora oggi da taluno insegnata e applicata, la Genetica ha dimostrato l'errore. Mi riferisco, per esempio, alla selezione consanguinea (« nuclei ») praticata nella fallace speranza di fissare le caratteristiche produttive. L'aver segnalato tali errori non è eresia; come sono lieto abbia autorevolmente rilevato il De Marzi, già direttore generale della produzione agricola nel Ministero dell'agricoltura, in un chiaro articolo (1) commentando l'atteggiamento di alcuni zootecnici che ancora non condividono i principi della genetica quantitativa.

Ciò premesso, vorrei, pur nella mia modesta competenza, se di competenza si può parlare, affrontare alla luce della genetica un problema che considero fondamentale per l'allevamento: quello delle variazioni di produzione e più precisamente delle variazioni della produzione di latte.

Variazioni della produzione di latte.

È un dato di fatto che la produttività dei nostri animali, delle grandi e piccole specie, è maggiore oggi che nei tempi passati.

Nei riguardi del latte si possono precisare alcune cifre. Per esempio rilevo, da una pubblicazione olandese, che la produzione media delle bovine di razza Frisona, sottoposte ai controlli, è passata in Olanda da 4000 kg circa nel 1895 a oltre 4800 kg nel quinquennio 1950-1955. Anche in Italia sensibili incrementi si sono avuti sia per la Pezzata nera che per altre razze. Passerini, Capo dell'Ufficio zootecnico dell'Ispettorato compartimentale dell'agricoltura per la Lombardia, ha lo scorso anno

---

(1) De Marzi G., 1953 - Gli studiosi della genetica zootecnica al Symposium nazionale di Torino - *Mondo Agricolo,* Roma, n. 38, 20 nov.

pubblicato un interessante lavoro nel quale ci dice che le bovine di razza B. Alpina. controllate in Lombardia, hanno fornito nel 1951 produzioni annue medie di circa 800 kg di latte superiori a quelle calcolate nel 1932. Un simile incremento di produzione è stato controllato nella razza Valdostana pezzata rossa, tra gli anni 1932 e 1947, come Esmenard, già Ispettore compartimentale dell'agricoltura per il Piemonte e la Liguria, ed io abbiamo messo in evidenza in una pubblicazione del 1948 (2). E gli esempi potrebbero continuare.

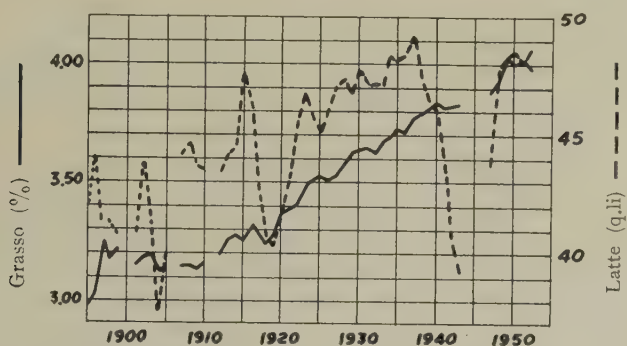



Fig. I — Produzione media di latte e di grasso di tutte le bovine di razza Frisona iscritte nel F.R.S. (da *De Friese Veefokkerij*, marzo 1955).

Viene spontanea una domanda. È possibile determinare quanta parte di tali incrementi è dovuta al progresso genetico e quanta parte è da ascrivere alle condizioni di allevamento e di alimentazione che sono andate notevolmente migliorando nel corso degli ultimi anni? Una tale discriminazione è purtroppo impossibile. È cioè impossibile, almeno per ora, stabilire la parte di incremento di produttività dovuta alla conscia applicazione dei concetti della Genetica, la parte da attribuire alla loro inconscia applicazione e, infine, quella determinata dalle migliorate condizioni di « ambiente ».

Ma se la Genetica quantitativa non è fin qui di ausilio per discriminare le varie cause che stanno alla base del progresso realizzato, essa offre però non soltanto il modo di imprimere un nuovo efficiente impulso

(2) Esmenard G. - Dassat P., 1948 - La selezione del bestiame bovino in Piemonte. *Atti del Congr. agrario naz.*, Torino, pp. 489-533.

all'azione di miglioramento, ma anche quello di prevedere il progresso realizzabile.

Mi sia consentito premettere che per il genetista zootecnico l'allevamento del bestiame è processo nel quale le previsioni non riguardano un singolo capo, ma gruppi di capi in seno ad una razza-popolazione oppure tutta la popolazione. Questo modo, per noi necessario, di attacco e di impostazione del problema ha un poco disorientato gli zootecnici e allevatori, che di merito individuale, di certificato genealogico, di primi premi alle mostre-mercati, ecc., e cioè di concetti pseudo genetici, hanno finora per lo più sentito parlare.

Mi spiego. Noi non possiamo oltre confondere la produttività di un soggetto con le sue qualità genetiche. Inoltre, il genotipo al quale i genetisti si riferiscono non è quello di un « campione » o quello di una « regina del latte », bensì quello di un gruppo di animali, di un allevamento, di una popolazione. Come scrive Bettini (3), sono i caratteri della popolazione « quelli che in definitiva determinano le possibilità e i limiti immediati di miglioramento », mentre il capo singolo non è che un elemento della popolazione e il valore di esso non è tanto dato dalle sue proprie caratteristiche quanto dalla posizione che occupa nella popolazione in esame. In altre parole, mentre spesso si considera soprattutto il valore del capo singolo, il genetista zootecnico studia soprattutto la popolazione, che considera con i suoi caratteri e le sue leggi.

L'intento del genetista non deve lasciare perplessi, perchè è chiarissimo: ricercare la migliore sicurezza di indirizzi mediante l'analisi di una larga massa di dati rigorosamente elaborati. Il problema della selezione, inteso su ampio piano, diviene così essenzialmente problema di medie e di probabilità.

Mi rendo conto che ciò non è molto facile da afferrare, ma spero di essere riuscito a dare almeno un'idea delle basi sulle quali poggia il modo di attacco con cui il genetista si affianca all'allevatore per aiutarlo a produrre generazioni successive di animali più produttive delle precedenti. In altre parole, i vecchi sistemi di miglioramento, curioso miscuglio di credenze, di tradizioni e di mendelismo (talvolta male inteso, come è per il sistema dei « nuclei » proposto da Hagedoorn), hanno lasciato la via a metodi che trovano il loro fondamento scientifico nell'avvicinamento quantitativo.

---

(3) Bettini T. M., 1955 - Il miglioramento degli animali. Firenze, ed. Barbera.

Riprendiamo il problema delle variazioni di produzione. Abbiamo accennato alle variazioni che si sono verificate negli ultimi anni; consideriamo ora quelle che si notano nei capi appartenenti alla attuale generazione, poichè sono queste che più interessano per impostare il lavoro futuro e realizzare i futuri progressi.

Se esaminiamo i dati di controllo annotati dagli Uffici zootecnici degli Ispettorati provinciali dell'agricoltura o dalle Associazioni provinciali di controllo, si rileva subito che esistono forti variazioni di produzione da un soggetto all'altro. Alcune bovine dànno molto latte, altre poco latte; alcune producono latte ricco di grasso, altre latte con percentuale minima di grasso. Ciò anche per bovine appartenenti ad una stessa razza. Ogni allevatore sa ciò per esperienza.

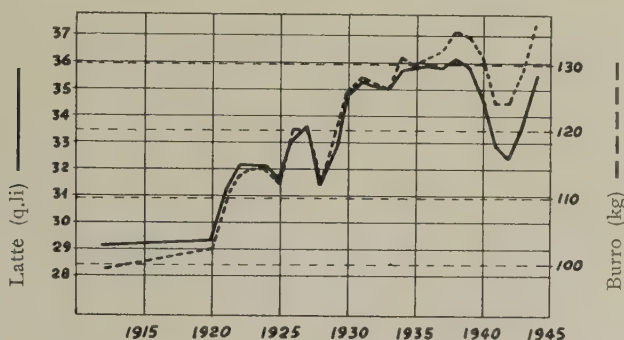



Fig. II — Produzione media di latte e burro di tutte le bovine sottoposte a controllo in Svezia (da « Genetics and Animal Breeding » di J. L. Lush, estratto da *Genetics in the 20th Century*).

Qual'è la causa di tali notevoli variazioni? Perchè le bovine di una stessa razza, scelte spesso in base ai medesimi criteri perchè in possesso di determinate caratteristiche tipiche (standard) e magari iscritte allo stesso libro genealogico provinciale oppure ai così detti nuclei di selezione, non dànno tutte la stessa produzione di latte e la stessa percentuale di grasso?

È noto da tempo che le differenze di produzione sono determinate da due ordini di cause: una genetica e l'altra ambientale. Mentre le differenze genetiche, dovute ai differenti geni che l'animale riceve per metà dal padre e per metà dalla madre, sono ereditabili, quelle ambientali, da attribuire a differenze di trattamento o a variazione di ambiente, non

sono ereditarie. Soltanto sulle differenze genetiche occorre quindi fare perno per ottenere generazioni successive di animali migliori delle precedenti, mentre le cause ambientali di variazione sono importanti in quanto condizionano la possibilità di « esteriorizzazione » o manifestazione dell'attitudine alla produzione del latte che le bovine ereditano allo stato potenziale.

Sorge spontanea una domanda: qual'è la relativa influenza di queste due cause, ereditaria e ambientale, nel determinare le variazioni di produzione? Per rispondere noi dovremo cercare di stimare la relativa influenza delle due cause, genetica e ambientale, nel determinare la variazione osservata (che possiamo anche chiamare fenotipica).

Limitiamo il nostro discorso a soggetti appartenenti a una stessa razza.

Nei miei primi anni di carriera zootecnica presso l'allora Cattedra ambulante di agricoltura di Vercelli avevo notato che le bovine di razza Frisona allevate in provincia di Vercelli davano una produzione media annua di latte inferiore a quella delle bovine della stessa razza allevate in provincia di Novara. Mi spiegavo allora il fenomeno attribuendolo soprattutto alle differenze genetiche che potevano esistere tra i due gruppi di animali. Ma ero in errore. La provincia di Vercelli si era allora da poco costituita staccandosi da Novara e se pensiamo ai continui spostamenti di animali, per compra-vendite, che si hanno normalmente tra le nostre stalle, e se consideriamo inoltre le periodiche importazioni di bovine, e specialmente di tori, che Enti, commercianti e privati allevatori fanno da altre province, da zone più progredite e anche, da molti anni a questa parte, dall'estero, noi possiamo ritenere che nelle stalle ci sia continuo flusso di geni e che tale flusso tenda a livellare le eventuali differenze genetiche che ogni tanto si potessero in qualche modo stabilire. La causa delle differenze di produzione di latte tra le due province, differenze che credo si registrino anche oggi, è perciò di ordine molto più ambientale che genetico.

È facile comprendere che la stessa situazione si verifica per le differenze di produzione che si hanno, per esempio, tra le stalle della Lombardia e quelle dell'Italia meridionale, oppure, nell'ambito di una stessa provincia, tra le stalle di montagna e quelle di pianura.

Ma anche in una stessa zona, per esempio nella pianura di una provincia, le variazioni di produzione di latte tra stalla e stalla sono notevoli. Alcune stalle producono una media annua di 4000 kg e oltre, mentre altre stalle, pur allevando soggetti della stessa razza, raggiungono appena i 2000 kg di latte in media o poco più. Anche queste sono dif-

ferenze per la massima parte da attribuire alle differenze di trattamento, di alimentazione, di mungitura, ecc. che caratterizzano le varie stalle; le differenze genetiche, se esistono, sono di solito minori e mascherate dalle cause ambientali.

Non appena avremo un numero sufficiente di dati di controllo delle stalle facenti capo ad un Centro di fecondazione artificiale potremo impostare un'interessante ricerca al riguardo. Potremo cioè esaminare le lattazioni prodotte da bovine figlie di uno stesso toro di pregio allevate in stalle diverse, alcune caratterizzate da ottima produzione media e altre da media scadente. Se il toro è di pregio perchè proviene da ottima stalla e da ottime ascendenti, e se tale ottimo fosse dovuto soprattutto a

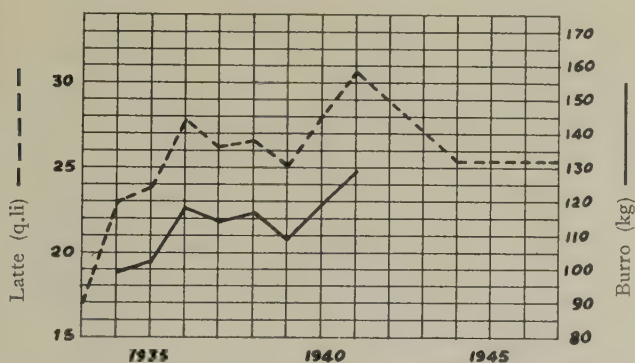



Fig. III — Produzione media di latte e burro (280 gg.) nelle bovine di razza Valdostana p.r. iscritte ai nuclei (da E s m e n a r d - D a s s a t, *Atti Congresso Agrario nazionale,* Torino, 1948).

cause genetiche, il toro trasmetterà le qualità lattifere alle proprie figlie: quelle allevate nelle stalle ottime non ne risentiranno molto, ma quelle allevate nelle stalle mediocri (ammesso che tali produzioni ottima e mediocre siano anch'esse di ordine genetico) incrementeranno la produzione notevolmente. Se, invece, l'ottimo della stalla dalla quale proviene il toro fosse dovuto soprattutto a ottime condizioni di ambiente, alimentazione, ecc. e se la produzione scadente delle stalle mediocri fosse anche essa effetto dell'ambiente, il toro non eserciterà nessuna particolare influenza. Poichè questo secondo caso sembra quello che più spesso si verifica in pratica si può ritenere con R e n d e l e R o b e r t s o n, due genetisti zootecnici, il primo della Facoltà veterinaria di Sydney e il

secondo dell'Istituto di Genetica animale di Edimburgo, che ciò che distingue le stalle ottime, caratterizzate da ottime produzioni, dalle stalle mediocri, non è tanto il valore genetico degli animali, quanto l'abilità dell'allevatore.

È conclusione molto importante, che è stata ribadita al *I Symposium* nazionale della Genetica applicata alla Zootecnica tènutosi a Torino nel 1953, a seguito del IX Congresso internazionale di Genetica. In tale occasione, svolgendo la relazione « Piani di miglioramento del bestiame » (4), potei rilevare che se, come sembra, le differenze tra le stalle sono di origine più ambientale che genetica dovrebbe essere possibile, in breve tempo, migliorando soltanto le condizioni di ambiente, aumentare le produzioni nelle stalle medie e scadenti fino ad arrivare quasi al livello delle migliori.

Variazioni nelle stalle.

Ogni allevatore sa per esperienza che notevoli variazioni di produzione si hanno anche tra le bovine tenute in una stessa stalla. Ci sono capi che producono di più, altri di meno. A parte le variazioni dovute all'età delle bovine, al mese di parto, ecc. le altre variazioni, si dirà, sono certo di ordine genetico e perciò ereditabili, perchè le differenze di « ambiente », in questo caso, saranno minime, anzi quasi trascurabili.

Che l'allevatore sia tentato di pensare così non deve far meraviglia, poichè ancora oggi alcuni zootecnici ritengono di suggerire il ricorso a indici, che su tale concetto si fondano. Per esempio, essi dicono: poichè il probabile valore di una figlia sarà uguale al valore del padre più quello della madre diviso per metà, e cioè

$$y = \frac{t + x}{2}$$

dove y è il valore della figlia, t quello del padre e x quello della madre (da cui deriva che $t = 2y - x$), l'indice di valutazione di un toro da latte sarà:

$$T = 2\,\overline{Y} - \overline{X}$$

dove T = indice di valutazione del toro, $\overline{Y}$ = produzione media delle figlie e $\overline{X}$ = quella media delle madri (tutte le produzioni essendo « nor-

(4) Dassat P., 1953 - Piani di miglioramento del bestiame. *I Symp. naz. genet. appl. zoot.*, Atti IX Congr. int. Genet. vol. II, pp. 1290-1298.

malizzate » e cioè corrette per i fattori di variazione, che già abbiamo ricordato, quali l'età delle bovine, per rapportare i dati alla stessa età o alla stessa lattazione, il mese di parto, il periodo passato all'alpeggio, ecc.).

Come vedremo, le cose non sono così semplici. Il su detto indice avrebbe infatti valore soltanto se le differenze di produzione fossero tutte genetiche, cioè ereditabili. Se fosse così, le differenze di produzione « normalizzate » che si hanno tra le figlie di un determinato toro sarebbero uguali a metà delle differenze tra le madri. Per esempio: due bovine, di cui una produca 1000 kg di latte più dell'altra, accoppiate ad uno stesso toro, dovrebbero dare due figlie di cui una produrrebbe 500 kg più dell'altra. È un esempio semplificato perchè, prendendo in esame figlie di uno stesso toro, abbiamo evitato di considerare l'influenza del padre. (Noi sappiamo, è vero, che il toro non trasmette gli stessi geni alle varie figlie, ma possiamo ritenere che n e l l a m e d i a il suo apporto ereditario sarà il medesimo).

Si è invece potuto dimostrare che le differenze di produzione tra le figlie sono appena 1/8 delle differenze tra le madri. Nell'esempio in esame di due bovine che ai controlli registrino la differenza di 1000 kg, soltanto la differenza di 250 kg sarà determinata da cause genetiche e le produzioni delle figlie differiranno perciò, n e l l a m e d i a, soltanto per 125 kg di latte.

A questo punto sarà opportuno ricordare che i concetti della Genetica quantitativa si applicano alle medie di gruppi di capi e non a singoli capi. Nel caso di un singolo capo è impossibile infatti determinare se esso produce di più perchè è geneticamente superiore oppure perchè è l'ambiente nel quale è mantenuto che è ottimo. Le considerazioni su dette hanno perciò significato soltanto se riferite ad un sufficiente numero di discendenti, ma in questo caso noi possiamo, con una certa approssimazione, prevedere cosa succederà.

Abbiamo così visto che le variazioni di produzione di latte che si hanno tra bovine di una stessa razza tenute in una medesima stalla sono per 3/4 circa dovute a differenze di ordine « ambientale » non ereditabili. La frazione genetica, che si dice e r e d i t a b i l i t à, è appena di 1/4 circa. Cioè è tale che se una bovina produce 1000 kg di latte più della media di stalla, rispetto a tale media di stalla le figlie potranno produrre, in media, 125 kg di latte in più. I rapporti 3/4 e 1/4 sono naturalmente approssimativi, perchè il loro calcolo è difficile e non è esente da errori tanto statistici quanto biologici, ma le oscillazioni prevedibili non sono ampie, per cui al rapporto su detto si può fare riferimento con sufficiente attendibilità.

Le prime ricerche che hanno permesso di calcolare l'ereditabilità dei caratteri produttivi sono di appena qualche anno addietro. Quelle relative alla determinazione dell'ereditabilità del carattere produzione latte si devono ai genetisti svedesi, britannici e americani. Ma anche in Italia ricerche del genere sono state affrontate da Bettini, dell'Università di Napoli ([5]), da Rognoni e Pasti, dell'Università cattolica di Milano ([6]), e da me ([7]). Sono ricerche le quali permettono di ritenere che, nella media, le differenze di produzione di latte, nella stessa stalla, sono per circa il 75 % dovute a differenze di « ambiente » e per il 25 % circa di origine genetica. Per le differenze di produzione tra stalla e stalla, nella medesima o in diversa provincia, regione, ecc., la frazione genetica è ovviamente minore.

Le differenze genetiche tra gli animali di una stessa razza non sono quindi notevoli. Ma, sottolineata la preponderante importanza dei fattori ambientali nel determinismo del carattere produzione di latte, dobbiamo anche sottolineare che le differenze genetiche, cioè ereditabili, esistono e se pure non sono notevoli, sono però di tale ampiezza da consentire l'impostazione di piani di selezione che permetteranno agli allevatori di incrementare le produzioni di latte al di là dei « limiti » che si raggiungeranno migliorando l'ambiente.

([5]) Bettini T. M., 1952 - Su alcune cause di variazione della lunghezza della lattazione e della produzione lattea nella pecora sarda. - *Riv. di Zootecnia,* 25, p. 116.

([6]) Rognoni G. - Pasti C., 1954 - L'ereditabilità della produzione di latte in un allevamento di bovine di razza Simmenthal. *Genet. agr.,* vol. V, 1, 2.

Rognoni G. - Pasti C., 1954 — L'ereditabilità della produzione lattea in un grande allevamento di bovine di razza pezzata nera Frisona. *Atti Soc. Ital. Sci. Veter.,* vol. VIII.

([7]) Dassat P., 1951 - Le vedute della genetica moderna nei rapporti con la zootecnica. *Ann. Acc. Agric.,* Torino, 93, pp. 241-261.

Dassat P. - Mason I. L., 1953 - Heritability of milk yield in sheep. *Atti IX Congr. int. Genet.,* vol. II, pp. 748-753.

RIASSUNTO

Da un lato l'allevamento del bestiame è anche arte e il successo molto dipende dalla intuizione e dall'occhio che alcuni allevatori hanno in sommo grado, e dall'altro, alcuni dei sistemi adottati in pratica sono essenzialmente, sebbene inconsciamente, scientifici. Ciò spiega i notevoli risultati conseguiti fin qui dagli allevatori. Nell'esaminare tali progressi l'A. considera le variazioni tra le produzioni nei tempi passati e quelle controllate oggi nel bestiame da latte, nonchè le variazioni di produzione nell'attuale generazione tra le stalle e entro le stalle e dimostra che le variazioni di produzione di latte che si hanno tra le bovine di una stessa razza tenute in una medesima stalla sono per 3/4 circa dovute a differenze di ordine ambientale e non genetico. Sottolineata la preponderante importanza dei fattori ambientali nel determinismo del carattere produzione di latte, l'A. sottolinea altresì che le differenze genetiche, cioè ereditabili, esistono e se pure non sono molto ampie, sono però sufficienti per consentire l'impostazione di razionali piani di miglioramento genetico: è questo dipendente da un complesso di vincoli e fattori meno manovrabili rispetto a quelli paratipici, ma le cui risultanze assumerebbero una configurazione biologica e zootecnica più stabile, proiettabile nella discendenza. Si potrà così incrementare la produzione di latte oltre i « limiti » che si raggiungeranno dal semplice miglioramento delle circostanze paratipiche.

Sassari, ottobre 1955.

Istituto di Agronomia generale e Coltivazioni erbacee
dell'Università di Sassari
(Direttore: Prof. RANIERI FAVILLI)

Osservazioni su di un nuovo metodo biochimico per la determinazione rapida della capacità germinativa dei semi.

FRANCESCO MARRAS

Nell'esame delle sementi fondamentale importanza presenta la determinazione della capacità germinativa.

Il metodo più sicuro e più comunemente impiegato è quello della prova di germinazione, che si effettua ponendo un certo numero di semi in un mezzo umido ed areato (sabbia, carta da filtro, capsule di terracotta porosa, etc.) mantenuto a conveniente temperatura. Questa prova è però, in certi casi, piuttosto lunga, specialmente se trattasi di semi di essenze arboree od anche di quelli appartenenti ad alcune specie erbacee. Inoltre non sono infrequenti — in dipendenza dei molti fattori esterni che vi influiscono — forti scarti nei risultati. È infine da tener presente che, per i semi di alcune specie di grande coltura, è talvolta importante poter avere, entro il più breve tempo possibile, il dato della germinabilità, e ciò per esigenze di ordine tecnico e commerciale.

In considerazione di quanto sopra, già da tempo sono stati proposti numerosi metodi rapidi per la determinazione della capacità germinativa di una semente.

Nello schema che segue, riportiamo la classificazione che, per questi metodi, è stata redatta da F a v i l l i (1950).

1) Per colorazione con coloranti anilinici	colorazione con	*Indaco carminio*
	» con altri coloranti anilinici	*Violetto ac. di metile* *Verde malachite* *Bruno Bismarck* *Nitrosina*
2) Per misura dell'attività degli enzimi contenuti nei semi viventi	Misura della attività della *catalasi*	
	Misura della attività di altri enzimi	*Perossidasi* *Ossidasi*
3) Per misura, a mezzo di indicatori, delle variazioni di pH indotte, dai semi viventi, nel mezzo in cui essi vengono immersi		

4) Per riduzione del *m-dinitro-benzene*

5) Per riduzione dei { *sali di tellurio* / *sali di selenio* }

6) Per riduzione enzimatica dei sali di *2, 3, 5-trifeniltetrazolio*

7) Con altri metodi { Per colorazione con *soluzioni di iodio* / Per colorazione con *soluzioni di idrato potassico* / Per colorazione con *fenolo* }

In questi ultimi anni le ricerche su questo argomento si sono andate estendendo. Nuovi metodi sono stati proposti ed una più ampia sperimentazione è stata condotta su quelli ormai noti da tempo e già largamente impiegati.

Nel presente lavoro riferiamo sulle prove che abbiamo condotte applicando il metodo di recente proposto dal Brücher (1948), al fine di accertare la precisione che il metodo stesso presenta ed esaminarne la possibilità di impiego per i semi delle più importanti specie agrarie.

Brücher basa il metodo sull'attività dell'enzima *perossidasi*, attività che viene presa come misura della capacità germinativa del seme.

Il metodo si presenta assai semplice nella sua manualità e sufficientemente rapido. La perossidasi si trova in quantità rilevante nei semi capaci di germinare, mentre in quelli che — per cattiva conservazione, o, per l'età avanzata, oppure perchè ammalati — hanno perso del tutto od in parte questa capacità, l'attività della perossidasi viene a diminuire in grado corrispondente.

La perossidasi può essere svelata con l'aiuto di reagenti specifici, i quali, per azione dell'enzima, vengono ridotti dando luogo alla formazione di composti colorati.

Nel metodo di Brücher, secondo le indicazioni dell'Autore, deve procedersi nel seguente modo.

Si sciolgono separatamente della benzidina e del guaiacolo cristallino in alcool etilico al 95 % sino a saturazione, e le soluzioni sature si portano quindi al 10 %. Le soluzioni devono essere protette dalla luce.

Il reagente *test*, che viene impiegato per la determinazione della capacità germinativa, si compone di due parti della soluzione di benzidina al 10 % e di una parte della soluzione di guaiacolo, pure al 10 %. Si predispone inoltre, separatamente, dell'acqua ossigenata al 10 %. Per il lavaggio dei semi, durante la esecuzione della prova, si impiega dell'alcool etilico al 95 %.

I semi, dei quali si deve determinare la germinabilità, vengono sezionati in due parti, in modo tale che in ciascuna di esse sia presente metà

dell'embrione. Per agevolare il taglio — che si effettua con una lama ben affilata — si consiglia di rammollire preventivamente i semi tenendoli immersi in acqua per 8-12 ore.

Sono sufficienti, per una determinazione, 100 mezzi semi; ma si consiglia di conservare anche le altre 100 metà per una eventuale prova di controllo.

I semi sezionati si dispongono, con il taglio verso l'alto, in una bacinella di porcellana, nella quale si versa — fino a ricoprirli — una soluzione di acqua ossigenata al 10 % che si lascia agire per 15'. Risultati abbastanza buoni, sempre secondo l'Autore, si possono pure ottenere limitando il tempo di immersione in acqua ossigenata a soli 3'. Lo stato schiumoso della soluzione che si osserva intorno all'embrione, è dovuto all'azione della catalasi. Dopo aver tolto dalla bacinella la soluzione di acqua ossigenata, si lavano i semi con alcool. Si aggiunge quindi il reagente test, per azione del quale si manifesta una intensa colorazione nella zona embrionale dei semi che hanno la capacità di germinare, mentre in quelli non vitali non si osserva alcuna reazione cromatica o soltanto una lievissima colorazione.

Nelle ricerche che abbiamo condotto su questo metodo, abbiamo preso in esame:

1) *influenza — sulla intensità, rapidità e persistenza della colorazione — del tempo di immersione dei semi:*
   a) *in acqua ossigenata*
   b) *nel reagente* test;
2) *possibilità di utilizzazione del metodo per specie di semi diverse da quelle sperimentate dal Brücher;*
3) *confronto fra i risultati ottenibili con il metodo Brücher e quelli che si conseguono con il metodo al tetrazolio (Lakon) e con la prova di germinazione.*

1 a) *Influenza del tempo di immersione dei semi in acqua ossigenata.*

Si impiegarono 400 cariossidi di mais (var. « Arno »), raggruppate in 4 lotti (A, B, C, D) di 100 semi ciascuno. Di dette cariossidi, data la loro elevatissima germinalibilità, il 50 % era stato in precedenza devitalizzato, ponendolo in stufa alla temperatura di 140°, per la durata di 15'. La tecnica seguita fu quella indicata dal Brücher, ad eccezione del tempo d'immersione delle cariossidi in acqua ossigenata, immersione che venne sperimentata per i tempi seguenti:

— per le cariossidi del lotto A: 3′
— » » » » » B: 7′
— » » » » » C: 11′
— » » » » » D: 15′

Per quelle immerse in acqua ossigenata per la durata di 3′ (lotto A), si potè osservare che la differenza di colorazione, fra le cariossidi vitali e quelle devitalizzate, era ancora abbastanza netta. Risultati però progressivamente migliori si ottennero per i lotti B e C, cioè con tempi di immersione rispettivamente di 7′ e 11′. Le cariossidi tenute nella soluzione ossidante per la durata di 15′ (lotto D) non differirono, invece, per l'intensità della colorazione, da quelle tenute immerse per 11′.

Particolare importanza ci parve invece potesse avere il tempo di immersione in acqua ossigenata, nei confronti della persistenza della colorazione. Infatti, dopo solo 10′ dal trattamento con il reagente test, si poteva notare una sensibile attenuazione della colorazione nelle cariossidi vitali, mentre, al contrario, in quelle devitalizzate questa colorazione aumentava leggermente d'intensità.

Questo fenomeno si manifestava in forma progressivamente più accentuata nelle cariossidi che erano state tenute in acqua ossigenata per tempi minori, tanto che in quelle del lotto A (immerse in acqua ossigenata soltanto per 3′) dopo 30′ la distinzione fra quelle germinabili da quelle non germinabili riusciva assai problematica. Ciò non si riscontrò invece per i lotti C e D, nei quali la differenzazione riuscì sempre più netta e più facile anche dopo un'ora dal trattamento.

Da quanto sopra può essere tratta la conclusione che, operando su mais, può essere sufficiente l'immersione in acqua ossigenata per 3′-5′, a condizione però che l'esame della colorazione del seme possa venire effettuato subito dopo il trattamento e completato entro 10′. Qualora invece la lettura richieda un maggior tempo o non possa essere eseguita subito, è consigliabile lasciare agire la soluzione ossidante per 10′ o, ancor meglio, per 15′.

1 b) *Influenza del tempo d'immersione dei semi nel reagente test.*

Vennero impiegati altri 4 lotti (A, B, C, D), costituiti ciascuno da n. 100 cariossidi di mais (var. « Arno ») delle quali, come nella precedente prova, il 50 % era stato preventivamente devitalizzato.

Il metodo seguito fu del tutto corrispondente a quello descritto dal Brücher, con la differenza, però, che si variarono i tempi d'immersione delle cariossidi nel reagente test. E precisamente:

— Per le	cariossidi	del	lotto	A:	tempo	di	immersione	3′
— » »	»	»	»	B:	»	»	»	7′
— » »	»	»	»	C:	»	»	»	11′
— » »	»	»	»	D:	»	»	»	15′

Nelle cariossidi lasciate immerse nel reagente test per la durata di 3′ si poteva già notare una differente intensità di colorazione fra quelle vitali e quelle non vitali.

Nelle cariossidi tenute nel reagente test per 7′, la sopraddetta differenza si manifestava più accentuata, fino a divenire evidentissima per quelle tenute immerse nel reattivo per la durata di 11′ e 15′.

Ma in ogni caso, osservando le cariossidi dopo 15′, mentre si poteva notare una attenuazione della colorazione in quelle vitali, si rilevava, al contrario, un lieve aumento dell'intensità cromatica in quelle non vitali. In quest'ultime, anzi, la colorazione diveniva sempre più intensa col trascorrere del tempo, tanto che, dopo 2 ore, la differenziazione riusciva assai difficoltosa.

Ciò porta a concludere che l'osservazione dei semi trattati deve essere fatta entro 30′, onde evitare che in essi si determinino gravi alterazioni cromatiche che possono completamente falsare i risultati della prova.

2) *Possibilità di utilizzazione del metodo per specie di semi diverse da quelle sperimentate dal Brücher.*

Queste ricerche vennero eseguite per accertare quale fosse l'ampiezza del campo di applicazione del nuovo metodo.

Allo scopo si impiegarono semi di buona germinabilità, che avevamo preventivamente determinata effettuando, su di una parte di essi, una comune prova di germinazione. Di questi, sezionati, una metà si saggiò con il metodo Brücher; l'altra metà con il metodo Lakon (1942) al 2-3-5-trifeniltetrazolio. Il metodo Brücher si applicò secondo le precise norme indicate dall'Autore; e cioè le cariossidi sezionate si immersero preventivamente in acqua ossigenata al 10 % per 15′, e si trattarono quindi con il reagente test (2 parti di benzidina ed 1 di guaiacolo, entrambi al 10 %) per altri 15′.

Per il metodo al tetrazolio, si seguirono le norme del Lakon (1942 a, b).

Le prove vennero condotte su semi delle seguenti specie:

Piante erbacee	Graminacee	1) Mais
		2) Frumento
		3) Segale
	Leguminose	4) Fava
		5) Favetta
		6) Soja
		7) Arachide
		8) Veccia (2 specie)
		9) Fagiuolo (3 varietà)
		10) Pisello
		11) Cece
	Cucurbitacee	12) Melone
		13) Anguria
	Euforbiacee	14) Ricino
Piante arboree		15) Bagolaro
		16) Olivastro

Nel seguente prospetto si riportano i risultati ottenuti con i due metodi, indicando con una crocetta (+) le specie per le quali le prove hanno dato risultati di sicura interpretazione e pressochè corrispondenti a quelli ottenuti con la prova di germinazione; con una lineetta (—) le specie per le quali la reazione cromatica è mancata del tutto o non ha fornito risultati utilizzabili.

			Metodo Brücher	*Metodo al tetrazolio*
Piante erbacee	Graminacee	1) Mais	+	+
		2) Frumento	+	+
		3) Segale	+	+
	Leguminose	4) Fava	—	+
		5) Favetta	—	+
		6) Soja	—	+
		7) Arachide	—	+
		8) Veccia (2 specie)	— —	+ +
		9) Fagiuolo (3 varietà)	— — —	+ + +
		10) Pisello	—	+
		11) Cece	—	+
	Cucurbitacee	12) Melone	—	—
		13) Anguria	—	—
	Euforbiacee	14) Ricino	—	+
Piante arboree		15) Bagolaro	—	—
		16) Olivastro	—	+

Dall'esame dei dati sopraripotati, appare evidente come il campo di applicazione del metodo proposto dal B r ü c h e r sia circoscritto ai soli semi della famiglia delle Graminacee, poichè, per i semi di tutte le altre famiglie da noi prese in esame, si conseguono risultati del tutto negativi. Ben diverse sono le possibilità di applicazione del metodo ai sali di tetrazolio, il quale, fra tutte le specie saggiate, si è dimostrato inefficiente solamente per i semi appartenenti alla famiglia delle Cucurbitacee (come già era stato rilevato) e per i semi del Bagolaro.

3) *Confronto fra i risultati ottenibili con il metodo Brücher e quelli che si conseguono con il metodo al tetrazolio (Lakon) e con la prova di germinazione.*

Conducemmo queste prove di confronto dopo una lunga serie di saggi orientativi che ci avevano ormai abituato ad interpretare, con tutta sicurezza, le reazioni cromatiche caratteristiche dei due metodi. In queste prove si impiegarono soltanto semi di graminacee (mais e frumento) giacchè, come già abbiamo detto, il metodo B r ü c h e r è inapplicabile per i semi di altre famiglie.

Mille cariossidi di mais (var. « Arno ») — delle quali, data la elevata germinabilità, il 30 % era stato preventivamente devitalizzato — vennero raggruppate in 10 lotti da 100 cariossidi ciascuno, e poste a rammollire in acqua per 12 ore. Le cariossidi di ciascun lotto vennero quindi sezionate longitudinalmente e le rispettive metà vennero poste, separatamente, in due scatole Petri in modo tale da avere le 100 mezze cariossidi separate dalle corrispettive. Ritenemmo utile determinare il tempo occorrente ad effettuare questa operazione preliminare, e si potè così rilevare che il taglio di 100 cariossidi (effettuato da una sola persona) e la disposizione delle 200 metà in 2 scatole Petri, richiedeva un tempo che poteva variare fra i 25′ ed i 28′. Si procedè quindi al trattamento delle sementi sezionate, contenute in 20 scatole Petri, usando per 10 scatole il metodo del B r ü c h e r e per le altre 10 corrispondenti il metodo al tetrazolio.

Per il metodo B r ü c h e r si adottarono tempi di immersione in acqua ossigenata e nel reagente test, rispettivamente di 15′ e 10′.

Il sale di tetrazolio impiegato fu il cloruro di 2-3-5-trifeniltetrazolio.

Contemporaneamente, su altre 1000 cariossidi di mais (appartenenti alla stessa partita) il 30 % delle quali era stato pure preventivamente devitalizzato, si determinò la percentuale di germinazione, disponendole — in lotti di 100 — in 10 scatole Petri, sul cui fondo era stata posta della carta da filtro, che si mantenne convenientemente inumidita. Le scatole,

per tutta la durata della prova, si tennero in termostato ad una temperatura di 30° C. Per impedire lo sviluppo di crittogame saprofite che potevano alterare la prova, le cariossidi vennero preventivamente disinfettate con una soluzione di bicloruro mercurico al 5 ‰, e quindi ripetutamente lavate con acqua sterile. Per operare in identiche condizioni, sottoponemmo a questo trattamento anche i semi impiegati nelle determinazioni biochimiche.

Riportiamo nel prospetto seguente i risultati ottenuti:

Lotti N.	*Metodo Brücher*	*Metodo al tetrazolio*	*Prova di germinazione*
1	63 %	62 %	63 %
2	64 %	68 %	70 %
3	76 %	76 %	73 %
4	64 %	62 %	67 %
5	67 %	67 %	77 %
6	70 %	69 %	69 %
7	74 %	70 %	66 %
8	69 %	69 %	63 %
9	66 %	63 %	69 %
10	74 %	72 %	64 %
	687 ‰	678 ‰	681 ‰

Seguendo un identico procedimento effettuammo analoghe prove su cariossidi di frumento duro (var. « Cappelli »). Si ottennero i risultati che seguono:

Lotti N.	*Metodo Brücher*	*Metodo al tetrazolio*	*Prova di germinazione*
1	70 %	70 %	68 %
2	77 %	78 %	67 %
3	58 %	56 %	68 %
4	73 %	72 %	67 %
5	56 %	55 %	64 %
6	68 %	69 %	70 %
7	69 %	69 %	63 %
8	79 %	79 %	73 %
9	71 %	72 %	68 %
10	68 %	70 %	65 %
	689 ‰	690 ‰	673 ‰

CONCLUSIONI

Come può rilevarsi dai precedenti prospetti, non si riscontrarono, adottando i predetti metodi, forti scarti nei risultati; si rilevò, anzi, una buona corrispondenza fra i dati ottenuti con i due metodi biochimici ed il dato della prova di germinazione.

Col metodo al tetrazolio, la separazione delle cariossidi germinabili da quelle non vitali risultò in ogni caso di estrema facilità, mentre col metodo Brücher la distinzione si presentò sempre assai più laboriosa, in quanto le cariossidi devitalizzate, e quindi non germinabili, assumevano pure una colorazione, anche se molto meno intensa di quella assunta dalle cariossidi vitali. Ciò, forse, può essere dovuto al fatto che la perossidasi non scompare immediatamente con la morte dell'embrione e può svolgere quindi la sua azione ancora per un certo periodo. Questa ipotesi troverebbe conferma in quanto potemmo osservare nel corso di altre prove, nelle quali usammo cariossidi devitalizzate da tempo. Queste, infatti, trattate col reagente Brücher, non dettero mai alcuna traccia neppure leggera di colorazione embrionale.

Si deve poi tener presente che le cariossidi di mais e di frumento, impiegate nelle predette prove di confronto, possedevano un'alta energia germinativa. Ma quando — come potemmo constatare in molti casi — venivano trattati con il reagente di Brücher semi dotati di una bassa energia germinativa, questi, per quanto vitali e germinabili, assumevano una colorazione debolissima, tanto da poter essere difficilmente differenziabili da quelli non vitali.

Concludendo, possiamo dire, che il metodo proposto dal Brücher presenta, nei confronti di quello al tetrazolio, un solo vantaggio: quello di una maggiore rapidità. Si è visto, infatti, che le cariossidi, una volta sezionate, possono essere analizzate con questo metodo in soli 30′ od anche meno, a seconda del tempo di immersione in acqua ossigenata e nel reagente test, mentre con il metodo al tetrazolio la durata della prova è, a temperatura normale, di circa 3 ore.

Di fronte a questo lieve vantaggio, ben più numerosi e gravi sono però gli svantaggi. E precisamente:

a) maggiore difficoltà nell'interpretare la colorazione dell'embrione, ciò che può portare a risultati non corrispondenti alla realtà, specialmente se l'energia germinativa della semente è piuttosto bassa;

b) campo di applicazione assai più limitato di quello di altri metodi biochimici. Il metodo è infatti utilizzabile soltanto per i semi della famiglia delle Graminacee;

c) rapida alterazione della colorazione dell'embrione. Ciò determina la necessità di effettuare l'esame della semente subito dopo il trattamento. Al contrario, col metodo al tetrazolio, quest'esame può essere fatto con tutta calma e per di più, se la semente adoperata nella prova viene convenientemente essiccata, la colorazione dell'embrione permane netta ed evidente per un periodo molto lungo di tempo.

RIASSUNTO

Si espongono i risultati di prove effettuate impiegando un nuovo metodo biochimico di determinazione della germinabilità dei semi, proposto dal Brücher nel 1948. In queste prove viene accertato per quali specie di semi detto metodo possa venire convenientemente adoperato e quale precisione esso presenti sia rispetto alla prova di germinazione, che rispetto ad altro noto metodo biochimico (metodo Lakon). Viene sperimentata anche la convenienza a variare alcune modalità di applicazione, al fine di renderlo più rapido e più sicuro.

BIBLIOGRAFIA

Favilli R., 1950 — Sull'impiego dei sali di tetrazolio per la determinazione rapida della germinabilità dei semi. *Ann. Fac. Agraria, Pisa*, 11, pp. 57-84.

Brücher H., 1948 — Eine schnellmethode zur Bestimmung der Keimfähigkeit von Samen. *Phys. Plant.*, 1, pp. 343-348.

Brücher H., 1950 — En ny biokemisk snabbmetod för bestämning av grobarhet hos spannmål. *Sverig. Utsädes förenings Tidskr.*, 60, pp. 210-214.

Lakon G., 1942 a — Topographischer Nachweis der Keimfähigkeit der Getreidefrüchte durch Tetrazoliumsalze *Ber. d. deutsch. Bot. Gesell.*, 60, pp. 299-305.

Lakon G., 1942 b — Topographischer Nachweis der Keimfähigkeit von Mais durch Tetrazoliumsalze. *Ber. d. deutsch. Bot. Gesell.*, 60, pp. 434-444.

Sassari, ottobre 1955.

Istituto di Chimica agraria dell'Università di Sassari
(Direttore: Prof. VALENTINO MORANI)

Studio agro-pedologico della Piana di Chilivani (Sardegna)

ANTONIO VODRET

I. PREMESSA

La piana di Chilivani, nella regione del Logudoro, fa parte del Comprensorio della Media Valle del Coghinas, che fu classificato di pubblico interesse con la legge del 18-5-1925, n. 753 e col successivo R. D. del 27 ottobre 1927, n. 2311.

La Piana stessa ricade sotto la competenza del « Consorzio per la trasformazione fondiaria dell'Agro di Chilivani », il quale presentò un progetto di massima delle opere per la sistemazione generale del Comprensorio, che fu approvato dal Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici.

Il Consorzio ha ripartito il Comprensorio, per le opere di propria competenza, in quattro distretti, stabilendo per ciascuno un limite di tempo per la trasformazione; attualmente è in corso quella sul primo distretto, di ha 3.000 circa, ubicato tra Ardara e Ozieri.

Il Comprensorio di Chilivani, delimitato in base ad una corografia fornitaci dal Consorzio e riprodotta come base topografica sulla carta acidimetrica allegata, ha una superficie di ha 23.103,9, così ripartita tra i seguenti comuni della Provincia di Sassari:

Ozieri	ha	13.211,9
Mores	»	4.406,2
Ardara	»	2.484,2
Tula	»	1.451,9
Oschiri	»	956,2
Ittireddu	»	593,5
Totale	ha	23.103,9

Lo studio pedologico-agrario del Comprensorio, compiuto nel quadro delle indagini sui terreni della Sardegna Settentrionale, sotto l'egida della Commissione di Studio per la Rinascita della Sardegna, si proponeva di

recare un contributo alla realizzazione delle opere di trasformazione e allo sviluppo dell'agricoltura della zona (M u z i o, 1930), con la conoscenza dei caratteri del suolo, dalla quale, anche in rapporto alle condizioni ambientali ed alle possibilità irrigue, possono dedursi norme ed indirizzi più appropriati e convenienti.

Lo studio chimico-fisico dei terreni è stato a tal fine preceduto da una raccolta di dati e di notizie di indole fisica ed economica-agraria, che si ritiene utile riferire, pur sommariamente, onde poter inquadrare i problemi pedologici sotto gli aspetti agronomici.

II. NOTIZIE INTRODUTTIVE

a) *Cenni morfologici e geologici.*

Il territorio si presenta dall'aspetto di una vasta conca allungata con direzione SO-NE, a fondo dolcemente ondulato, limitata a Nord e a Sud da cordoni di collina disgiunte dai vicini sistemi montagnosi della Gallura e del Goceano; la depressione si restringe prolungandosi ad Ovest in direzione di Ploaghe e ad Est verso Berchidda.

La parte centrale pianeggiante, ha la quota minima di m. 164 s.l.m., massimo invaso del lago del Coghinas, e quota massima di m. 250 circa. La pendenza prevalente tende verso il Lago, ed è interrotta da varie contropendenze, conche, vallecole e rilievi, alcuni dei quali con pareti ripide erose.

La costituzione geologica del Comprensorio di Chilivani, studiata nei suoi dettagli da F r a n c h i (1910), S t e l l a (1908), C h a r r i e r (1954), V a r d a b a s s o (1935, 1942, 1952), da M o n t a l d o (1956), oltrechè dal L a m a r m o r a (1875), appare molto difforme e complessa, essendo qui rappresentati vari periodi geologici, dal Silurico all'Attuale, affioranti in modo disordinato.

In sintesi si può affermare, secondo M o n t a l d o, quanto segue: Una formazione scistosa del Silurico si trova ad Est del « Campu di Chilivani » presso Ozieri; questo centro sorge entro una conca formata da scisti cristallini con intrusioni di masse granitiche, ricoperti da rocce di tipo trachitico del Cenozoico; tale formazione riaffiora poi verso Tula. La maggior parte della formazione paleozoica è formata da scisti filladici fino ai veri gneiss, in vicinanza degli affioramenti granitici.

Negli scisti sono talvolta intercalati banchi di calcare subcristallino.

Anche al Nord-Est della Piana affiora il Paleozoico granitico, che molto probabilmente scende in profondità e costituisce il letto della depressione, ricoperto dai depositi posteriori.

I graniti si presentano del tipo ordinario e fanno passaggio talvolta a forme dioritiche, con intercalazioni e digitazioni pegmatiche, talvolta tormalinifere, o con inclusioni di concentrazioni femiche.

Alle filladi con calcari e ai graniti si sovrappongono direttamente le colate eruttive di tipo trachitico, accompagnate da materiali piroclastici in parte pomicei.

Queste formazioni vulcaniche lapidee hanno prevalentemente aspetto vetroso, colore rosso-mattone, sono compatte o vacuolari, in colate estese e non molto potenti, e si alternano con strati pure di aspetto trachitico non molto coerenti, che in alcuni casi si mostrano come materiale tufaceo, ed in altri come lave profondamente alterate.

Le lave sovrapposte a materiali tufacei meno coerenti, risaltano nel paesaggio per la loro frattura quasi prismatica, come muri ciclopici che si estendono anche per più chilometri.

I tufi di tipo trachitico assumono differenti aspetti morfologici a seconda delle loro condizioni di formazione e di alterazione: Si hanno tufi costituiti da detriti di materiali pomicei, bianco-grigiastri, con aspetto marnoso e con cristallini di biotite.

Alla formazione tufacea si sovrappongono in discordanza le deposizioni calcareo-marnose mioceniche che si trovano tra Ardara e Mores. Quivi lo Stella individuò un orizzonte mediano prevalentemente calcareo, sopra il quale si adagia una formazione marnosa, mentre sotto si trovano strati arenacei con argilla e conglomerati che poggiano su tufi pomicei.

L'orizzonte arenaceo del Miocene, formato da sabbione granitico con piccole quantità di argilla, assume notevole sviluppo dal centro di Chilivani verso Ardara.

Una importanza poco notevole hanno nel territorio le lave basaltiche sulle sommità tra Ardara e Monte Santo.

Le deposizioni alluvionali del Quaternario, estendendosi per tutta la parte bassa del bacino, già lacustre, coprono le precedenti formazioni tufacee, salvo dove l'erosione le ha denudate. Vario è il materiale detritico di riempimento, come varie sono le rocce che da esso hanno avuto origine a partire dai vari periodi di deposito.

Nella zona più alta del « Campu di Chilivani » il manto sedimentario lacustre è costituito prevalentemente dal sabbione granitico miocenico

anzidetto. Man mano che si procede verso la zona più bassa del bacino, il materiale accumulatosi, derivante anche da disgregazione di rocce trachitiche e scistose, risulta di impasto più argilloso: in vari luoghi, come presso lo scalo ferroviario di Fraigas e presso Oschiri, si hanno marne lacustri, intercalate da letti selciosi, ed alternate con strati sabbionaceo-tufacei aventi livelli a legni silicizzati o lignitizzati, il tutto riferibile all'Oligocene più che al Miocene.

Il Montaldo conclude che il « Campu di Chilivani » è un bacino di riempimento a *facies* sedimentarie ed eruttive.

Lungo il corso del fiume Mannu, del Rizzolu de sa Costa e del Rizzolu di Ardara, si dispongono superfici alluvionali recenti di ampiezza variabile da luogo a luogo, con falde freatiche poco profonde utilizzate in alcuni pozzi tubolari.

b) *Cenni sull'idrografia e idrologia.*

Il Comprensorio è attraversato dal Riu Mannu di Ozieri per una lunghezza di circa 20 km. e dai suoi affluenti principali e secondari che si sviluppano per circa 123 km.

Detti corsi d'acqua hanno carattere torrentizio, asciutti d'estate e con piene invernali, le quali, anche in seguito a piogge di modesta entità, danno luogo ad allagamenti con danno alle colture e ai manufatti; esse ostacolano inoltre i lavori agricoli nei periodi piovosi, compromettendo la utilizzazione di vaste distese della parte più bassa del Comprensorio. Ciò si verifica in conseguenza della limitata capacità degli alvei e della giacitura piana dei terreni alluvionali, i quali difettano inoltre di una sistemazione idraulica efficiente. La quota, cui dovrà essere coordinato il sistema di scolo di tutto il Comprensorio, è quella di massimo invaso del Lago artificiale del Coghinas, pari a m. 164 s.l.m.

I suddetti corsi d'acqua presentano andamento tortuoso, alveo a sezione irregolare, spesso ostruito da guadi e da interrimenti di ogni sorta, il che aggrava vieppiù il pericolo degli alluvionamenti.

Non molte finora sono state le opere di sistemazione eseguite su tali corsi d'acqua; prevalentemente opere di difesa atte a rassodare le sponde più soggette ad erosione. Manca cioè quel minimo di provvidenze che possano indurre alla utilizzazione agraria intensiva delle zone alluvionali, potenzialmente le più produttive.

Il bacino imbrifero del Riu Mannu si estende per 1.026 kmq. ed affluisce totalmente al Lago del Coghinas. Mancano a monte utilizzazioni idroelettriche ed irrigue ed opere di sistemazione montana con dighe e

sbarramenti, previste nel progetto di massima. Questo ha preventivato la trasformazione irrigua su circa 8.000 ha.

Le formazioni rocciose, considerate precedentemente, sono per loro natura impermeabili, se si fa eccezione per quelle calcareo-marnose del Miocene.

Le rocce circostanti e sottostanti alla depressione della Piana di Chilivani hanno scarsa capacità di assorbire e di trattenere l'acqua freatica, per cui la maggior parte del Comprensorio è priva di acque sotterranee permanenti. Non si nota alcuna sorgente di portata tale da essere suscettibile di utilizzazione irrigua.

I tufi trachitici che affiorano nella zona, funzionano come letti impermeabili e smaltiscono presto, per infiltrazioni laterali, l'acqua che ricevono dalle alluvioni sovrastanti.

Il Comprensorio quindi, dal punto di vista idrologico merita di essere fatto oggetto di ricerche intese ad individuare i livelli acquiferi ed eventuali falde freatiche, tenendo presente che si tratta di una grande depressione o frattura geologica, sconvolta da ingenti movimenti tellurici.

c) *Piovosità.*

Nella tabella n. 1 si riportano i dati pluviometrici medi mensili relativi alla Stazione pluviometrica installata dal Servizio Idrografico (dal 1930 al 1950) a Chilivani; l'ammontare annuo che nella media è di mm. 543,4, ha oscillato tra il 1931 e il 1950 tra mm. 335,7 (1945) e mm. 718,6 (1946); le precipitazioni annue ad Ozieri si aggirano tra il 1930 e il 1950 su una media di circa mm. 600, con un minimo di mm. 311,4 nel 1949 e un massimo di mm. 787,7 nel 1930 (mancano le registrazioni per gli anni 1936, 1937 e 1938).

Il regime delle precipitazioni corrisponde a quello vigente nelle altre zone di piano-colle della Sardegna e determina condizioni di pronunciata aridità primaverile-estiva, aggravata dalla notevole ventosità e dalla bassa capacità idrica della maggioranza dei terreni. Per tale motivo non vengono praticate nella zona colture sarchiate a semina primaverile, e in genere neppure poliennali, se non dove si dispone di qualche risorsa irrigua. Nel tardo autunno e nei mesi invernali, d'altro lato, le precipitazioni, pure nel totale non troppo abbondanti (il massimo mensile nel detto ventennio a Chilivani è stato di mm. 197,5) hanno spesso elevata intensità e breve durata, provocando erosione e ristagno idrico, laddove manca un franco di colo, causa quest'ultima di dispersione dell'argilla e di difetti strutturali nel suolo.

d) *Temperature.*

Sono stati rilevati i dati termometrici a Mores e a Tula, rispettivamente negli anni 1931-34 e 1934-37 (Ann. Idrolog. loc. cit.). Nella tabella n. 2 sono riportati i valori medi delle temperature massime, minime, medie,

TABELLA n. 1

Precipitazioni mensili e totali annui di pioggia in mm.
(Stazione pluviometrica di Chilivani, 220 m. slm)

Anni	Genn.	Febbr.	Marzo	Aprile	Maggio	Giugno	Luglio	Agosto	Sett.	Ottobre	Novem.	Dicem.	mm annui
1931	36.3	79.4	39.7	44.1	17.6	—	—	—	22.9	34.7	89.8	58.1	422.6
1932	16.6	44.2	57.3	40.1	20.0	11.4	14.3	36.1	96.1	51.1	67.0	41.8	496.0
1933	39.0	73.5	25.5	30.2	—	—	—	—	40.0	52.7	126.7	122.6	510.8
1934	32.1	76.7	109.6	87.5	22 8	—	—	75.6	3.0	68.4	114.9	102.2	692.8
1935	106.5	35.4	129.1	17.6	60.4	—	13 0	64.3	5.0	82.8	78.8	78.7	671.6
1936	72.0	51.6	83.4	55.8	98.1	28.0	—	18.7	24.0	32.6	46.8	32.2	543.2
1937	23.6	37.4	93.7	19.9	46.5	8.1	—	12.9	54.7	38.0	40.6	133.5	508.9
1938	14.0	76 0	12.8	29 3	68.4	—	—	5.0	65.5	68.0	55 0	88.1	428 1
1939	17.6	8.6	74.5	33.2	50.0	43.0	—	53.0	160 6	54.5	21.0	111.0	681.0
1940	167.9	27.5	3.2	32.2	31.5	47.7	—	—	10.5	152.6	77.2	90.6	630.9
1941	119.7	133.4	70.0	36.9	27.5	12 7	—	—	20.0	13.7	49.4	55.1	537.7
1942	120.6	149 5	51.9	64.6	4.2	42 2	—	—	39.9	7.5	36.2	51.3	567.9
1943	49.1	23.6	75 8	25 0	24.7	—	2.0	—	53.5	61.1	91.0	49.9	455 7
1944	8.0	66.5	62.5	30.7	17.0	—	—	—	88.2	48.0	49.1	74.2	442.2
1945	126.9	4.0	9.2	8.0	4.0	—	—	6.0	28.0	18.5	10.8	120.3	335.7
1946	32 6	1.7	66.6	50.5	72.1	12.0	-	4.0	—	136.0	147.7	195.4	713.6
1947	31.5	79.2	15.8	22.4	24.0	—	10 0	49.0	75.0	115.0	55.5	47.0	524 4
1948	91.0	23.0	—	69.0	40.0	34.0	7.0	—	68.0	100 0	12.0	35 5	480.5
1949	54.0	90.2	21.0	6.5	123.5	28.0	7.0	—	28.0	33.0	197.5	71.0	657.7
1950	14.0	33.0	50.0	139.0	40.0	10.0	—	—	46.0	44.0	43.0	92 0	511.0
Medie	61.3	55.7	52.5	42.1	39.6	13.3	2.6	16.2	46.6	60.5	70.5	82.5	543.4

mensili ed annui, elaborati da tali osservazioni. Dal dettaglio di queste ultime si rileva che i minimi assoluti invernali raggiungono appena lo zero nella maggior parte delle annate e solo eccezionalmente ne vanno al di sotto. I massimi assoluti estivi oscillano tra i 39° e 41° C.

Le escursioni diurne nell'inverno si aggirano tra gli 8° e i 15° mentre salgono a 20° C nell'estate.

La correlazione tra temperatura e precipitazioni medie, che caratterizza il periodo arido, è espressa nel diagramma termo-pluviometrico riportato a pag. 125.

TABELLA n. 2

Osservazioni termometriche eseguite nelle località:

Mesi	Mores (m. 366 slm.)												Tula (m. 262 slm)											
	Medie delle temperature negli anni																							
	1931			1932			1933			1934			1934			1935			1936			1937		
	max	min	med	max	min	med	max	min	med	max	min	med	max	min	med	max	min	med	max	min	med	max	min	med
Gennaio	11.5	3.2	7.3	16.1	3.3	9.7	15.3	2.8	9.0	13.3	3.5	8.4	9.5	4.3	6.9	7.1	2.1	4.7	11.9	6.7	9.3	11.9	4.3	8.1
Febbraio	11.0	1.2	6.1	15.1	0.0	7.6	13.3	3.2	8.2	14.7	4.0	9.3	11.4	4.1	7.7	11.8	5.1	4.8	12.5	6.8	9.7	13.3	6.5	9.9
Marzo	16.3	6.8	11.6	18.0	5.2	11.6	16.2	8.8	11.5	14.7	4.7	9.7	13.2	7.3	10.2	13.0	5.9	9.4	14.4	8.0	11.2	14.2	6.7	10.4
Aprile	17.5	6.4	11.9	20.7	5.3	13.0	20.8	8.1	14.4	19.7	10.1	14.9	16.7	10.0	13.3	18.1	7.6	12.8	16.9	9.1	13.0	16.8	8.8	12.8
Maggio	21.2	7.9	14.6	25.9	7.6	16.7	21.5	9.9	15.7	20.3	9.7	15.0	22.8	12.9	17.8	19.5	11.3	15.4	19.3	11.3	15.3	22.8	11.4	17.1
Giugno	32.7	13.1	22.9	28.5	11.0	19.8	25.2	12.9	19.0	31.0	14.9	22.9	26.9	16.2	21.5	29.9	15.2	22.5	24.3	14.4	19.3	28.5	17.6	23.0
Luglio	34.8	14.3	24.5	30.5	13.9	22.1	34.3	17.8	26.0	33.0	19.2	26.1	31.8	18.6	25.2	30.6	19.4	25.0	29.9	17.6	23.7	30.4	18.1	24.2
Agosto	33.1	13.0	23.0	35.3	15.4	25.3	32.7	19.9	26.3	32.3	21.7	27.0	29.6	17.7	23.6	29.1	18.4	23.7	29.1	16.8	23.0	29.3	18.9	24.1
Settembre	21.1	8.8	17.0	32.1	13.8	23.0	31.6	17.5	24.5	30.5	19.5	25.0	25.8	15.5	20.6	26.5	17.3	21.9	27.2	16.8	22.0	25.0	15.8	20.4
Ottobre	21.8	6.0	13.9	23.5	8.5	16.0	23.3	13.0	18.1	19.4	10.9	15.1	19.4	10.9	15.1	21.0	13.4	17.6	17.4	9.3	13.3	20.4	12.5	16.9
Novembre	22.5	6.2	14.4	21.7	6.8	14.2	17.6	7.8	12.7	21.2	8.7	14.9	14.0	7.3	10.6	15.7	10.0	14.8	14.5	8.6	11.5	16.2	9.2	12.7
Dicembre	12.9	5.3	12.6	17.8	5.1	11.4	13.9	6.9	10.0	16.4	4.6	10.5	12.4	7.4	9.9	11.7	6.2	8.8	10.3	4.4	7.3	9.6	5.3	7.4
Medie	21.9	7.7	14.9	23.7	8.0	15.8	22.1	10.6	16.3	22.2	10.9	16.5	19.4	11.0	15.2	19.6	10.9	15.4	18.9	10.8	14.9	19.9	11.3	15.5

È possibile inoltre calcolare, l'indice pluviometrico di E m b e r g e r (1932):

$$I = \frac{P. 100}{M^2 - m^2}$$

da cui, essendo M = 25,4 e m = 7,8, I risulta uguale a 933, per cui il clima della regione è da considerare intermedio tra il piano semiarido e il piano subumido.

e) *Venti.*

Mancano i dati relativi alla frequenza, direzione ed intensità dei venti nella regione di Chilivani. È noto peraltro che la ventosità è notevole, e, come nel resto della Sardegna Settentrionale, i venti dominanti sono il maestrale e il ponente; il fatto è dimostrato anche dalle secolari sughere piegate a bandiera nella direzione W-E.

Nel periodo primaverile estivo è peraltro frequente, sebbene in genere con minore velocità, lo scirocco, causa di affrettata maturazione dei cereali.

Pressochè inesistenti nel comprensorio le difese arboree frangivento.

f) *Popolazione.*

Ai censimenti del 21-4-1936 e del 4-11-1951 la popolazione residente nei Comuni interessati al Comprensorio era espressa nei seguenti termini:

Anno	Ozieri	Mores	Ardara	Tula	Oschiri	Ittireddu
1936	9.893	3.134	783	1.630	4.016	899
1951	11.650	3.314	1.063	2.110	4.669	1.075

Pertanto la popolazione complessiva dei detti centri è aumentata di circa il 14,7 %; mentre l'incremento demografico in Sardegna nello stesso periodo di tempo risulta di circa il 26 %; fenomeno importante questo, legato, anzi concomitante, alla carenza di opere pubbliche e sopratutto di miglioramento fondiario, eseguite nella zona in oggetto.

Invero non si è potuta calcolare la densità di popolazione per km² entro il comprensorio, in quanto tutti i comuni hanno parte del loro territorio al di fuori del Comprensorio stesso.

La popolazione di detti centri ha prevalentemente carattere rurale. Merita di essere ricordato, inoltre, che si ha qui una percentuale di residenti nelle case sparse in campagna maggiore che in quasi tutte le altre zone agrarie della Sardegna. Si ha infatti:

Popolazione residente nelle case sparse.

Ozieri	Mores	Ardara	Tula	Oschiri	Ittireddu
707	222	170	144	417	79

Un ulteriore aumento di tale popolazione sparsa è da prevedersi in futuro con la trasformazione radicale del Comprensorio, quando si passerà a sistemi colturali più intensivi.

g) *Distribuzione della proprietà fondiaria.*

Il Comprensorio è in gran parte esente dalla polverizzazione e dispersione della proprietà fondiaria, come si osserva sul seguente prospetto:

Comuni	Proprietà									
	Inf. ad 1 ha	ha 1-5	ha 5-15	ha 15-25	ha 25-50	ha 50-100	ha 100-200	ha 200-500	oltre ha 500	Totali N.
Ozieri	6	20	28	32	58	48	30	10	—	232
Mores	65	69	35	12	18	13	10	4	—	226
Ardara	27	20	13	8	7	10	4	—	1	90
Tula	2	9	13	2	2	6	4	1	—	39
Ittireddu	9	34	22	1	1	1	1	—	—	69
Oschiri	—	7	12	6	5	4	1	—	—	35
Totali	109	159	123	61	91	82	50	15	1	691

In base alle cifre sopra riferite si deduce che, ad Ozieri le ditte con una proprietà superiore ai 5 ha ammontano a circa l'84,4 %, a Mores 40,7 %, ad Ardara 47,7 %, a Tula 72 %, ad Ittireddu 37,7 %, ad Oschiri 80 %.

Se si rileva che il solo territorio di Ozieri entra a far parte del Comprensorio con circa il 57,2 % della superficie totale dello stesso, la circostanza diventa più evidente.

Invece le proprietà particellari inferiori ai 5 ha si trovano prevalentemente vicino agli abitati, mentre in funzione della distanza dai centri le proprietà tendono ad aumentare di dimensione.

La suddivisione attuale della proprietà è quindi favorevole alle opere di trasformazione agraria. Si ha anzi la possibilità di orientare la trasformazione verso la costituzione di molte unità aziendali dai 30 ai 60 ha.

h) *Viabilità.*

La rete stradale rotabile esistente oggi nel comprensorio consta dei tronchi statali sulla Mores - Ozieri, Ozieri - Chiaramonti, e Ozieri - Oschiri, di quelli sulle provinciali e comunali Ozieri - Chilivani, traversa per Tula e Mores - Ardara, oltrechè delle strade di bonifica, senza regolare manutenzione, Mores - Chilivani, Ardara - Chilivani, dalla Mores - Chilivani ad Ardara, dall'Ardara - Chilivani al bivio di Tula, per un totale di km. 96.

Il progetto di massima prevedeva l'estendimento di tale rete stradale fino ad un totale di km. 170.

Le strade campestri, per lo più intransitabili nei periodi piovosi, sono peraltro, in molti tratti, ridotte a mulattiere, mancando fra l'altro di manufatti per l'attraversamento dei corsi d'acqua.

i) *Ordinamenti colturali.*

L'attuale ordinamento colturale della grande maggioranza delle aziende ha carattere nettamente estensivo; non si praticano regolari avvicendamenti colturali continui e tanto meno vere e proprie rotazioni agrarie, tranne sulle modeste superfici irrigue dove si hanno avvicendamenti di medica con i cereali.

L'investimento nettamente più esteso è il pascolo utilizzato soltanto raramente per lo sfalcio del fieno primaverile; tuttavia, rispetto alle condizioni di alcuni decenni or sono si è avuta una sensibile contrazione dei pascoli, sotto la spinta dell'aumentata popolazione.

Il riposo pascolativo, che ha durata variabile entro limiti ampi, è invalso ormai nell'uso, ed entra nell'avvicinamento come segue: grano, ringrano, avena, orzo o ringrano, pascolo dai tre ai 12 anni, oppure anche: fava, grano, avena o ringrano, pascolo.

Il ringrano per uno o anche per due anni consecutivi, è pratica ormai radicata.

Diffusa soltanto su circa 150 ha è la coltura delle leguminose da granella, tra cui primeggia la fava. La restrizione è imputabile alle sensibili spese colturali, non compensate da produzioni soddisfacenti (14-15 q/ha) e in molte annate ai danni delle gelate alla coltura; il turno a riposo fornisce un reddito netto sensibilmente maggiore.

Nel territorio non è sentito il problema della sostituzione della fava con altra sarchiata, dato il prevalente indirizzo zootecnico dell'agricoltura locale.

Si manifesta invece l'orientamento verso l'estendimento delle colture foraggere a discapito delle spontanee nei riposi; si tende cioè a diffondere i prati-erbai misti con la leguminosa, per uscire da un avvicendamento discontinuo, e passare ad un continuo biennale erbaio — grano con prato artificiale fuori rotazione ed eventualmente lupino da sovescio.

Ciò naturalmente nelle zone del Comprensorio che non potranno beneficiare della irrigazione. Per la parte che verrà irrigata, prevista in circa 8.000 ha, il problema delle rotazioni sarà di più facile soluzione, potendosi introdurre ad es. la quadriennale con una sarchiatura industriale da reddito quale la barbabietola, o il granturco da granella o da foraggio, ed altro.

Sulla via di una iniziale trasformazione agraria possiamo annoverare le aziende dove sono state già effettuate o sono in corso costruzioni di fabbricati rurali, di stalle razionali, di silos e concimaie, ed inoltre si è in

fase di introduzione dei nuovi ordinamenti colturali; precisamente, secondo dati forniti dal Consorzio, sono in via di trasformazione:

ad Ozieri	n. 26	medie	aziende	e	n. 20	piccole	aziende;
a Tula	» 3	»	»	e	» 4	»	»
a Oschiri	» 2	»	»	e	» 1	piccola	azienda;
ad Ardara	» 6	»	»	e	» 4	piccole	aziende;
a Mores	» 1	»	»	e	» 3	»	»
a Ittireddu	. . . . .				» 2	»	»

È sopratutto in virtù di questo inizio di trasformazione che nel Comprensorio si annoverano oggi circa 100 ha di medicaio, dei quali 45 irrigui, e circa 5 ha di barbabietole destinate allo zuccherificio di Oristano.

Le colture arboree sono poco estese; da ricordare soltanto i sughereti in regione Tola di Mores, gli oliveti e gli olivastreti a Sarrenadu di Ozieri e i vigneti sparsi soltanto su circa 20 ha, ma più estesi lungo le coste collinari circostanti, in vicinanza dei centri abitati.

l) *Macchine agricole.*

Nei comuni del Comprensorio i lavori agricoli vengono oggi compiuti prevalentemente a macchina; esistono circa 60 trattori in efficienza e due ruspe automatiche, oltre alle macchine di recente introduzione da parte dell'ETFAS.

m) *Impianti di irrigazione.*

Gli impianti per il prelevamento dell'acqua a scopo irriguo sia essa proveniente da falda o dai corsi di acqua, sono in aumento.

Attualmente esistono n. 12 impianti per l'irrigazione a pioggia che servono una superficie di ha 60 circa; n. 8 di essi trovano sede lungo il Riu Rizzolu di Ardara, gli altri sul Riu Mannu di Ozieri.

Per piccole irrigazioni ortive lavorano poi nel Comprensorio alcune motopompe, presso pozzi e corsi d'acqua.

n) *Allevamenti zootecnici.*

Importanza notevole ha nel Comprensorio l'allevamento bovino ed ovino da reddito. La sua consistenza risulta dal seguente prospetto:

Statistica del bestiame ad opera dell'Ufficio Veterinario Provinciale

Comuni	Ovini	Bovini	Suini	Caprini
Ozieri	40.000	4.500	3.500	600
Mores	9.456	410	802	—
Oschiri	16.188	1.333	371	1.428
Ardara . . .	10.520	200	250	—
Tula	8.920	421	300	560
Ittireddu . . .	3.878	218	212	158
Totale . . .	88.962	7.082	5.435	2.746

Invero, stante che i vari comuni si estendono anche fuori del Comprensorio di Chilivani (Oschiri, Tula ed Ittireddu si affacciano appena nel Comprensorio) solo una parte di questo bestiame si approvvigiona entro i suoi confini e risulta pertanto impossibile stabilire un carico unitario medio di bestiame.

L'Ozierese era la culla degli allevamenti di razza Svitto-sarda, ottenuta per incrocio di assorbimento della Bruno-alpina col rustico bovino sardo; oggi tuttavia con la scomparsa di quest'ultimo, i caratteri della Schwitz sono divenuti dominanti.

Il sistema di allevamento più diffuso è il semistallino.

Le stalle sistemate razionalmente con attacchi all'americana, sono in totale n. 10 per una capienza complessiva di n. 210 capi bovini. Sono in corso di costruzione altre tre stalle per 60 bovini.

Quasi tutte le medie e grandi aziende sono inoltre dotate di silos in numero di due o tre, seminterrati, ove si immette di norma erba semiappassita dopo 2 o 3 giorni dallo sfalcio. Sono pure in costruzione tre silos cremaschi.

III. STUDIO CHIMICO-FISICO DEI TERRENI

Lo studio eseguito sul Comprensorio di Chilivani si è proposto di acquisire tutte le conoscenze sui caratteri dei terreni, necessarie non soltanto ai fini del perfezionamento e dello sviluppo dell'agricoltura, ma anche alla progettazione ed esecuzione delle opere di trasformazione fondiaria. Tali opere infatti, in via generale, debbono essere appropriate o dimensionate alle attitudini produttive del suolo, dalle quali, oltrechè da condizioni economiche-sociali, dipendono gli orientamenti e gli ordinamenti colturali.

E per quanto accennato nelle pagine che precedono, l'attuale orientamento zootecnico della produzione ha dei fondamenti economici ben certi, onde la trasformazione, nelle condizioni attuali, appare chiamata in primo luogo a seguire un tale indirizzo, con opere, con mezzi ed artifizi che servano ad incrementare e a migliorare la produzione foraggera e l'allevamento del bestiame sopratutto bovino.

Da ciò, in virtù delle aumentate disponibilità di letame, e dei maggiori investimenti a leguminose, non potrà provenire in futuro che un miglioramento graduale delle capacità produttive dei terreni anche a beneficio delle altre colture in avvicendamento, chiamate ad integrare le risorse economiche delle aziende.

Poco approfondite finora erano le dette conoscenze del suolo del territorio in esame e presso gli agricoltori alcune erano erronee.

All'infuori di qualche analisi sommaria fatta eseguire da privati agricoltori su singoli campioni di terreno, si avevano nella letteratura n. 7 referti di analisi ad opera del Prof. Francesco Vodret, padre dello scrivente, e riferite da Muzio (1930 l. c.). In base a queste ultime analisi i terreni risultavano tutti a reazione acida (pH da 5,0 a 5,9), da poveri a discretamente forniti di azoto (da 0,039 a 0,221 gr. %) poverissimi di anidride fosforica (0,0006 a 0,0455 %), ricchi invece di ossido potassico solubile in HCl conc. (da 1,05 a 2,96 %).

a) *Condotta delle indagini.*

Lo studio dei terreni del Comprensorio, facente parte delle più estese indagini pedologiche sulla Sardegna Settentrionale affidate dalla Commissione Economica di Studio per la Rinascita della Sardegna al Prof. Valentino Morani, direttore di questo Istituto, sotto la di Lui guida è stato eseguito dallo scrivente, con la collaborazione del Dott. D. Malloci per i rilevamenti di campagna e degli assistenti dell'Istituto Dr. U. Pallotta, Dr. G. Dore, Dr. G. Pisano per il lavoro di analisi in laboratorio.

Ad essi tutti lo scrivente tiene ad esprimere la propria gratitudine.

Il lavoro di campagna fu effettuato tra la primavera e l'autunno 1955, con il prelevamento di n. 177 campioni dei quali n. 112 di suolo e n. 65 di sottosuolo; inoltre, in epoca successiva sono stati prelevati altri n. 38 campioni di suolo occorrenti per la più esatta delimitazione delle zone a reazione acida nel compilare la unita « carta acidimetrica », ed ancora furono effettuati numerosi saggi sommari sul posto, in vari punti.

I punti di prelevamento dei campioni sono precisati sulla carta anzidetta, mentre i risultati delle determinazioni analitiche sono raccolti nel prospetto allegato.

b) *Caratteri pedo-climatici.*

I dati medi sulla piovosità a Chilivani e sulla temperatura a Mores già riferiti, pur pertinenti a località diverse, ma soggette a condizioni climatiche sostanzialmente analoghe, ci mettono in grado di calcolare, pur in via approssimativa, il fattore pedo-climatico di Lang, P/T. Ponendo P = 543,4 e T = 15,9, il detto fattore risulta pari a 34,17, onde la zona risulterebbe costituita da suoli del tipo delle terre rosse mediterranee.

c) *Tipi di terreno.*

La classificazione dei terreni in più tipi, fondata sulle loro caratteristiche chimico-fisiche e litologiche più salienti, ed utile per poter meglio illustrare gli aspetti agro-pedologici delle singole zone, non risulta possibile per il comprensorio di Chilivani, o, quanto meno, riuscirebbe poco significativa. I cenni sulla formazione geologica della piana, dianzi riferiti, danno ragione di questa difficoltà.

Fatta eccezione dei piani-valle del Riu Mannu di Ozieri e degli altri corsi d'acqua minori, dove si hanno terreni alluvionali recenti, pur variabili nella loro costituzione ma di comportamento agronomico non troppo diverso da caso a caso, e fatta eccezione dei declivi che contornano la Piana, dove affiorano rocce di varia costituzione, la quasi totalità dei terreni della Piana si sono formati su sedimentazioni del tardo Cenozoico e del Quaternario, in gran parte lacustri, e di varia provenienza.

Fra i materiali originari prevalgono invero le rocce di tipo trachitico, che, sotto forma di tufi più o meno alterati e spesso molto coerenti, si trovano affioranti in dossi collinari ed anche sotto forma di lave lungo i fianchi di vallecole di erosione, ad esempio lungo il Riu Mannu.

Ma ai materiali trachitici si aggiungono o si sovrappongono, irregolarmente distribuiti, i detriti colluviali provenienti dai monti che circondano il bacino lacustre, fra i quali quelli granitici sono prevalenti.

I banchi di sedimentazioni mioceniche, che si estendono da Chilivani ad Ardara e presso il Lago del Coghinas, sono formati, come si è detto, da sabbione siliceo, evidentemente anch'esso derivante dai graniti, ma il suolo che li ricopre lascia ben comprendere che del materiale trachitico abbia preso parte anch'esso alla formazione del terreno agrario.

Il piano ondulato di Chilivani pertanto presenta una matrice del terreno agrario poco difforme e senza apparenti soluzioni di continuità. Soltanto in qualche breve superficie, come sulla collina a Nord della Stazione di Fraigas, il suolo si differenzia per l'affioramento di marne calcaree lacustri, che influiscono sulla saturazione basica e quindi sulla reazione e su alcuni altri caratteri.

Per le ragioni sopra esposte si ritiene opportuno eseguire il coordinamento dei risultati analitici e ricavare le relative deduzioni, in rapporto alle condizioni di giacitura delle varie zone ove furono prelevati i campioni di terreno.

Dall'esame complessivo dei dati di analisi, infatti, si deduce che in base alla giacitura variano abbastanza significativamente molte proprietà del suolo, quali i contenuti di humus, di azoto, di fosforo e di potassio, nonchè la reazione; inoltre, come è facile arguire, anche le profondità dello strato attivo e le conseguenti attitudini alla nutrizione idrica sono in stretta relazione con gli aspetti morfologici.

d) *Costituzione fisico-meccanica.*

Le determinazioni furono eseguite con il metodo alla pipetta usando l'apparecchio e le relative prescrizioni di Gattorta (1953) (per la dispersione è stata usata una soluzione al 2‰ di carbonato di litio) sul terreno campionato al vaglio da mm. 2, senza alcun trattamento preventivo.

Le percentuali di scheletro (> mm. 2) nei terreni propriamente alluvionali di piano-valle e di vallecola passano da tracce ad oltre il 30 %, in quelli pianeggianti arrivano ad oltre il 40 % e nei declivi fin sopra il 50 %. Proporzionalmente crescono i contenuti medi.

Nella terra fine il contenuto di argilla varia da 16,4 a 29,4 % con una media del 21,5 % nelle terre alluvionali di piano-valle, le quali pertanto passano dal tipo mezzano al tipo medio sciolto. Le alluvioni minori, lungo le vallecole, presentano terre di carattere assai variabile, da puramente sabbiose a nettamente argillose, con un massimo di 46,2 % di materiale argilloso, tanto che un valore medio non ha significato.

I terreni pianeggianti distanti dai corsi d'acqua, i quali tuttavia risentono di sedimentazioni colluviali più o meno cospicue, sono in prevalenza medio-sciolti o sciolti: infatti su n. 33 campioni di suolo dieci hanno meno del 12 % di argilla, quindici da 12 a 20 %, quattro da 20 a 30 %, tre da 30 a 40 % ed uno soltanto più del 40 %. La media del contenuto argilloso su detti campioni è del 17,5 %.

I terreni ondulati sono invece prevalentemente sabbiosi (dieci campioni su ventitrè) e secondariamente sabbio-argillosi (otto campioni); il loro contenuto argilloso medio è del 13,3 %.

Nelle zone poco declivi si notano in complesso proporzioni di argilla lievemente maggiori, con una media del 16,25 %; infatti accanto a circa la metà di terreni sabbiosi si ha un quarto di mezzani e il resto pesanti.

Anche tra i terreni molto declivi si ha l'intera gamma di terre da sciolte a pesanti.

È da presumere che i detti contenuti argillosi, nelle terre del comprensorio, provengano in prevalenza dal disfacimento dei materiali trachitici, e soltanto in piccole quote dai sabbioni di provenienza granitica.

Negli orizzonti illuviali (sottosuoli da cm. 30-40 a 40-60 circa) le proporzioni di argilla, salvo poche eccezioni, sono risultate nettamente maggiori rispetto agli strati superficiali; infatti, mentre il contenuto complessivo di argilla nei campioni di suolo è risultato pari al 17,1 %, nei sottosuoli tale media sale a 29,7 %. Inoltre, mentre i suoli pesanti, con oltre il 30 % di argilla sono risultati con la frequenza dell'8 %, nei sottosuoli tale frequenza è del 52 %. La scarsa permeabilità del sottosuolo che è pertanto frequente nel comprensorio e particolarmente nelle zone pianeggianti, può dirsi responsabile dei ristagni idrici invernali in terreni difettosi di scolo.

Nella maggioranza dei casi il limo non è preminente nella costituzione del suolo, infatti, le sue percentuali si aggirano intorno a quelle argillose, salvo in cinque campioni (nn. 1237, 1342, 1599, 2552, 2803), dove le prime salgono ad oltre il 30 % con un massimo di 47,8 %.

Nel sottosuolo il limo è parimenti poco rappresentato.

Infine le porzioni sabbiose, che ovviamente prevalgono nella maggioranza dei terreni, sono costituite da sabbia grossa e fine in rapporti variabili, come si osserva nei campioni dal n. 1506 in poi, sui quali soltanto la separazione delle due frazioni è stata operata; è notevole tuttavia il fatto che la sabbia grossolana (mm. 0,2-2) è quasi ovunque abbondante e spesso prevalente.

e) *Acqua igroscopica e capacità idrica.*

Entrambi questi fattori mostrano correlazione con i contenuti colloidali, di argilla e di humus, del suolo.

La capacità idrica si aggira per lo più tra il 20 e 30 %, con minimi di 17 % nei terreni più sabbiosi o poco umiferi, estesi sopratutto sulle superfici declivi collinari; essa sale ad oltre il 50 %, con un massimo del 73 %, nei terreni ben forniti o ricchi di argilla o di humus o di entrambi.

f) *Reazione.*

La reazione del suolo varia nel comprensorio fra pH 5,3 e pH 8,0; si passa pertanto da terreni nettamente acidi a terreni subalcalini.

Poichè i primi appaiono notevolmente diffusi, e pertanto questa anomalia ha notevole importanza per il miglioramento dell'agricoltura locale, si è ritenuto utile compilare l'unita « carta acidimetrica ». Quivi si osserva che i terreni acidi occupano poco meno della metà della intiera superficie del comprensorio.

Assai frequentemente a questa acidità corrisponde uno stato di incoltura; i terreni acidi, poco produttivi per le ordinarie colture in genere, sono stati abbandonati al pascolo permanente, oppure più lungamente lasciati a riposo pascolativo.

Le zone acide ricorrono più estesamente laddove il substrato è costituito da sabbione siliceo e meno dove prevale invece il materiale trachitico.

Rispetto alla giacitura si osserva che i terreni di piano-valle alluvionali presentano talvolta pH inferiore a 6,0 ma soltanto nello strato superficiale, mentre gli orizzonti illuviali sono neutri (vedi ad es. i campioni n. 2813-14, 2544-45 e 2816-17).

Nelle zone pianeggianti non alluvionali si è riscontrata reazione acida in n. 12 campioni su n. 41 prelevati e negli altri reazione subacida o neutra; l'acidità poi è più frequente sui terreni declivi e ondulati, (n. 33 campioni su 77 studiati), ma dove l'erosione è stata più attiva la reazione volge in genere alla subacidità.

I sottosuoli sono generalmente meno acidi degli strati superficiali.

Sui campioni di terreno acidi è stata effettuata la determinazione dell'acidità di scambio, la quale è stata espressa in ossido di calcio per mille per poter ricavare più facilmente le dosi di correttivo occorrenti per portare il terreno al pH di 6,0 (M o r a n i, 1938); i fabbisogni in calce si calcolano usando il fattore 45 per l'ossido ed il fattore 80 per il carbonato di calcio puri, praticamente 50 e 100 rispettivamente per i correttivi di uso agrario più comune.

I valori dell'acidità di scambio così espressi, variano tra 0,01 e 0,31 ‰ negli strati superficiali, ma arrivano a valori maggiori in pochi sottosuoli acidi, fino a 1,065 ‰.

Per l'emendamento dell'acidità si richiedono pertanto dosi di correttivo variabili da terreno a terreno, desumibili dal prospetto delle analisi, con un massimo di 31 q/ha di calcare polverulento (o calce di defecazione);

ma devesi tenere presente l'opportunità di raggiungere nel suolo gradi di pH alquanto maggiori di 6,0, onde conviene aumentare dette dosi di 5-10 q/ha.

g) *Humus*.

I tenori di humus calcolati dalle percentuali di carbonio organico [queste determinate con il metodo di Walkley e Black (1934)], variano sensibilmente da luogo a luogo, anche in rapporto all'utilizzazione agraria, con qualche correlazione statistica rispetto alle condizioni di giacitura. Infatti i contenuti medi dei campioni esaminati si dispongono come segue:

Terreni	di piano valle alluvionale	humus	1,98 %
»	di vallecola	»	2,09 %
»	pianeggianti bassi	»	1,94 %
»	di ripiani collinari	»	2,10 %
»	ondulati	»	1,40 %
»	poco declivi	»	1,73 %
»	molto declivi	»	1,31 %

Rispetto alla reazione si calcola dai valori delle analisi che i terreni acidi, con pH minore di 6,0, hanno in media 1,60 % di humus, mentre quelli con pH maggiore di 6,0 ne hanno in media 1,92 %.

Fra i terreni a diverso contenuto di argilla, le percentuali medie di humus si ripartiscono come segue:

Terreni	con meno del 12 % di argilla	humus	1,39 %
»	da 12 a 20 % di argilla	»	1,78 %
»	da 20 a 30 % di argilla	»	2,05 %
»	con più del 30 % di argilla	»	3,08 %

Questa correlazione tra contenuti di argilla e di humus, è evidentemente conseguenza della maggiore permeabilità all'aria dei terreni sciolti, ove la combustione della sostanza organica è più attiva.

I contenuti massimi di humus sono stati osservati sui campioni n. 2550 (vallecola) con 5,62 %, n. 1224 (pianeggiante) con 4,79 % e n. 2535 (declivio, macchia) con 4,20 %.

I terreni con meno di 1 % di humus, ricorrenti con la frequenza del 16 %, debbono essere classificati nettamente poveri e pertanto più degli altri bisognosi di un arricchimento organico.

I campioni di sottosuolo sono risultati generalmente meno forniti di humus di quelli superficiali e la relativa determinazione è stata omessa in molti casi.

h) *Azoto.*

I contenuti di azoto totale, (determinati con il metodo Kjeldahl-Ulsch), seguono da vicino quelli dell'humus.

Precisamente in rapporto alla giacitura, il contenuto medio nei campioni esaminati, è il seguente:

Terreni di piano alluvionale	azoto	totale	0,149 %
» di vallecola	»	»	0,164 %
» pianeggianti bassi	»	»	0,129 %
» di ripiani collinari	»	»	0,123 %
» ondulati	»	»	0,092 %
» poco declivi	»	»	0,117 %
» molto declivi	»	»	0,090 %

In rapporto invece alla loro costituzione fisico-meccanica, i contenuti medi si ripartiscono come segue:

Terreni con meno del 12 % di argilla	azoto	totale	0,089 %
» da 12 a 20 % di argilla	»	»	0,120 %
» da 20 a 30 % di argilla	»	»	0,139 %
» con più del 30 % di argilla	»	»	0,245 %

La percentuale media di tutti i campioni corrisponde a 0,122 %, e poichè il contenuto medio in carbonio organico degli stessi è di 1,05 %, si calcola che il rapporto carbonio/azoto nella Piana di Chilivani, è intorno a 8,6.

Le determinazioni dell'azoto sono state limitate soltanto a pochi campioni di sottosuolo, ove i valori risultano nettamente più bassi degli strati superficiali.

i) *Fosforo.*

Le quote di anidride fosforica solubile negli acidi concentrati (H_2SO_4) a caldo, (Ferrari, 1956), appaiono invero molto basse in confronto alla grande media dei terreni agrari, ma dello stesso ordine di grandezza di quelle contenute nei suoli derivanti dai graniti della Sardegna Settentrio-

nale ed osservate negli studi in corso presso l'Istituto di Chimica agraria di Sassari. Tale povertà era peraltro già stata rilevata da F. Vodret (loc. cit.).

La media generale di anidride fosforica totale nei campioni esaminati è di 0,043 % e su n. 109 campioni soltanto n. 4 ne hanno mostrato più di 0,10 %; i rispettivi sottosuoli appaiono ora più ora meno dotati di fosforo degli strati superficiali.

In rapporto alla giacitura si hanno le seguenti medie:

Terreni di piano alluvionale . . .	anidride	fosforica	totale	0,075 %
» di vallecola	»	»	»	0,049 %
» pianeggianti bassi	»	»	»	0,037 %
» di ripiani collinari	»	»	»	0,072 %
» ondulati	»	»	»	0,029 %
» poco declivi	»	»	»	0,049 %
» molto declivi	»	»	»	0,030 %

In rapporto con la tessitura si ha:

Terreni con meno del 12 % di argilla	anidride	fosforica	totale	0,028 %
» da 12 a 20 % di argilla . .	»	»	»	0,049 %
» da 20 a 30 % di argilla . .	»	»	»	0,053 %
» con più del 30 % di argilla .	»	»	»	0,061 %

Anche per l'anidride fosforica totale, pertanto, si notano le stesse correlazioni statistiche, rispetto alla giacitura ed alla tessitura, osservate per l'humus e per l'azoto.

Su alcuni campioni di suolo è stata determinata la disponibilità fosforica prontamente assimilabile con il metodo Marimpietri, Morani, Gisondi (1950).

Riportati in chilogrammi per ettaro e per lo spessore di 25 cm., i valori ottenuti danno una media di soli 45 kg/ha; su n. 24 terreni soltanto uno può essere qualificato ricco, con oltre 200 kg/ha, tre ben forniti con più di cento, cinque discretamente forniti con 40 a 100 kg/ha e tutti gli altri poveri o poverissimi di fosfati assimilabili. Da ciò si conclude che l'opportunità di praticare concimazioni di arricchimento fosforico è pressochè generale nel comprensorio.

l) *Potassio.*

Mentre F. Vodret (loc. cit.) aveva determinato, su sette campioni i contenuti di ossido di potassio solubili negli acidi forti, trovandone quantità elevate, nel presente studio si è ritenuto opportuno limitare le misure

alle quote scambiabili (G i o v a n n i n i, 1953), meglio espressive delle condizioni della nutrizione potassica.

Nella grande media tale contenuto ascende a 157 p.p.m. di terra, cioè a 471 kg/ha nello strato superficiale dello spessore di 25 cm.

Rispetto alla giacitura i contenuti potassici scambiabili si distribuiscono come segue:

Terreni	di piano alluvionale . .	ossido	di	potassio	scamb.	170	p.p.m.
»	di vallecola	»	»	»	»	238	»
»	pianeggianti bassi . .	»	»	»	»	156	»
»	di ripiani collinari . .	»	»	»	»	142	»
»	ondulati	»	»	»	»	106	»
»	poco declivi	»	»	»	»	148	»
»	molto declivi . . .	»	»	»	»	210	»

Nei riguardi della tessitura abbiamo invece i seguenti valori medi:

Terreni	con meno del 12% di arg.	ossido	di	potassio	scamb.	130	p.p.m.
»	da 12 a 20 % di argilla	»	»	»	»	169	»
»	da 20 a 30 % di argilla	»	»	»	»	185	»
»	con più del 30% di arg.	»	»	»	»	177	»

L'ultima correlazione evidentemente è falsata da qualche valore aberrante.

Dal lato agrario interessa però mettere in evidenza che tra i n. 112 campioni di suolo studiati, soltanto uno (il n. 1282) con soli 36 p.p.m., pari a 108 kg/ha, può classificarsi alquanto povero di potassio scambiabile; tuttavia il sottosuolo dello stesso terreno si mostra ben fornito con 121 parti per milione.

Gli altri terreni sono risultati in parte (n. 40 campioni su 112) discretamente forniti, con 50 a 100 p.p.m., e gli altri ben forniti di potassa scambiabile.

I tenori potassici dei sottosuoli spesso non hanno correlazione con quelli degli strati superficiali e non molto raramente scendono al disotto delle 50 p.p.m.

m) *Sodio.*

Accanto al potassio è stato determinato anche il sodio scambiabile e solubile. I valori trovati sono considerevolmente alti laddove sono state nel contempo riscontrate sensibili quantità di cloruri, come appresso è

detto. Ma in alcuni terreni dissodati è residuata una più o meno elevata dose di soda scambiabile che, verosimilmente, è la causa di difetti strutturali dei terreni e che converrà ridurre mediante idonee correzioni a base di gesso.

Ma una struttura anomala è stata riscontrata anche in presenza di proporzioni poco elevate di soda, così ad es. nei terreni di cui ai campioni nn. 1506 (con 47 p.p.m. di Na_2O), 1508 (con 93 p.p.m.), 1513 (con 120 p.p.m.) ed in genere nei terreni della parte Nord-orientale del comprensorio, a Sud del lago del Coghinas.

n) *Basi scambiabili totali.*

Il totale delle basi scambiabili, determinato con il noto metodo di Kappen, varia nei terreni del comprensorio da minimi intorno a 1,50 (in un caso soli 0,60), a massimi di 24-28 m.e./100 gr di terra; ciò in rapporto al contenuto colloidale ed al grado di saturazione basica che trova espressione nel pH.

I valori più bassi del contenuto basico si riferiscono infatti a terreni sabbiosi o sabbio-limosi acidi.

o) *Sali solubili e cloruri.*

In alcuni sottosuoli è stata riscontrata una salsedine in genere non pronunciata, salvo nel campione n. 1250 rappresentante una marna lacustre, dove si raggiunge un massimo di 6,22 ‰ di sali totali e 4,21 ‰ di cloruri.

Dagli strati profondi la salsedine può risalire nei periodi aridi ed alcuni campioni, allora prelevati, ne accusano deboli quantità, del tutto trascurabili ai fini agrari.

CONCLUSIONI

Il comprensorio di bonifica dell'Agro di Chilivani, in provincia di Sassari, dell'estensione di ha 23.100 offre larghe possibilità di trasformazione fondiaria e può reputarsi anzi, accanto ai Campidani di Cagliari e di Oristano e alla Nurra, una delle zone della Sardegna suscettibili di più estesa e proficua intensificazione agraria.

Oltre alle condizioni economico-sociali, appena accennate nella parte introduttiva del presente lavoro, all'esistenza nel suo centro di un impor-

tante nodo ferroviario, alla vicinanza dei porti di Olbia e di Porto Torres, e all'orientamento prevalentemente zootecnico della produzione, già affermatosi nella fase iniziale della trasformazione, concorrono a formare tali prospettive la conformazione e la natura dei terreni nella parte pianeggiante del comprensorio stesso.

Lo studio agro-pedologico compiuto ha messo in evidenza alcune anomalie, tuttavia tali da essere convenientemente rimosse. I caratteri dei terreni variano invero sensibilmente in rapporto alla loro giacitura e all'origine geologica del substrato, la quale peraltro non appare in genere ben distinta, forse a causa dello stato lacustre in cui la Piana si è venuta a trovare in epoca remota.

La natura prevalentemente silicea dei materiali qui sedimentati, derivati da materiali di tipo trachitico eruttati in loco, e da graniti e scisti silurici (filladi) colluviati dalle catene montagnose circostanti, influisce sulla costituzione fisico-meccanica, sulla scarsa dotazione basica dei terreni, quindi sulla loro reazione ed ancora sulla loro provvista di fosforo.

I terreni hanno infatti in prevalenza una struttura sciolta, tranne in qualche bassura ove ha potuto accumularsi l'argilla in proporzioni notevoli.

Inoltre vi si trovano ciottoli e ghiaie, di natura silicea, spesso in quantità cospicue e maggiormente sulle superfici declivi soggette ad erosione.

Mentre il suolo superficiale nel 92 % dei casi è di impasto sciolto, o mezzano, e pertanto bene o mediamente permeabile, gli strati illuviali già a 30-40 cm. di profondità sono sensibilmente argillosi e poco permeabili in 52 casi su 100. Perciò, e come conseguenza di improprie od inesistenti sistemazioni superficiali, i terreni soffrono estesamente di ristagni idrici durante i periodi piovosi, e di accentuata aridità in quelli asciutti, questa propria anche di zone a sottosuolo moderatamente permeabile ed in minor grado lungo le poco estese alluvioni recenti del Riu Mannu.

In vista della trasformazione irrigua su una parte del comprensorio (ha 8000) , è stato compilato il diagramma termo-pluviometrico, il quale mostra una durata del periodo arido dalla seconda decade di marzo alla prima decade di ottobre.

Lo stato di aridità del suolo è connesso peraltro alla sua bassa capacità idrica, che si aggira per lo più tra il 20 e 30 % nei terreni sciolti e poco dotati di humus e che sale tuttavia ad oltre il 50 % negli altri, meno frequenti, terreni.

Le proporzioni di humus e di azoto sono infatti, in media, poco elevate, sopratutto nei terreni ondulati e declivi, ma frequentemente anche in quelli pianeggianti.

L'arricchimento organico azotato è dunque da prevedersi necessario, ai fini del miglioramento produttivo, e particolarmente indispensabile nei terreni irrigati, ove la materia organica è sottoposta a più rapido consumo. Con il diffondersi degli allevamenti del bestiame stallino, e l'aumento degli investimenti a foraggere leguminose e delle disponibilità di letame, le aziende saranno in condizioni di ovviare gradatamente a tale deficienza del suolo.

Mentre per la potassa si ha generalmente una discreta ed anche cospicua provvista, per il fosforo i terreni in parola denotano una povertà accentuata, sia allo stato di riserva che di immediata utilizzazione, fatte soltanto poche eccezioni.

Necessita pertanto introdurre nelle aziende un più elevato capitale fosforico circolante tra il terreno e la stalla, incrementando almeno in primo tempo le distribuzioni di fosfatici.

Una caratteristica importante ai fini della trasformazione agraria, peraltro già adombrata da precedenti analisi di F. Vodret, è la reazione acida di una parte, poco meno della metà, dei terreni del comprensorio. L'unita « Carta acidimetrica » rappresenta con qualche approssimazione le zone acide. Quivi pertanto come primo intervento della trasformazione, si debbono usare correttivi basici, in dosi opportunamente regolate, in modo da creare l'habitat per le ordinarie colture agrarie, sopratutto per le leguminose, e sottrarre queste terre all'incoltura od anche alla coltura saltuaria che oggi vi dominano.

Ai fini dell'attecchimento del medicaio, e di altre leguminose, l'arricchimento fosforico deve seguire nel tempo la calcitazione.

Come materiali correttivi, oltre alla calce di defecazione dello zuccherificio, possono essere segnalate le marne lacustri affioranti in vicinanza della Stazione di Fraigas.

Tanto evidenti sono apparse all'analisi chimica le sopra accennate anomalie, di cui soffrono i terreni di gran parte del comprensorio, quanto più promettenti di buon esito appaiono gli interventi per correggerle.

Vano sarebbe peraltro portare a termine una trasformazione fondiaria senza conferire al suolo una capacità produttiva adeguata agli oneri finanziari che tale trasformazione comporta.

RIASSUNTO

Vengono riferite notizie di carattere geo-pedologico, climatico, agrario ed economico-agrario, sul comprensorio dell'Agro di Chilivani (prov. di Sassari), di competenza del relativo consorzio di bonifica, e nel quale sono in corso ed in programma importanti opere di trasformazione fondiaria.

Nell'interesse di tale trasformazione è stato eseguito uno studio chimico-fisico, di indirizzo agronomico, dei terreni del comprensorio, mediante l'esame di n. 150 campioni di suolo e di n. 65 sottosuoli. Le analisi hanno messo in evidenza una pronunciata, pressochè generale, deficienza di fosfati solubili negli acidi forti, e spesso anche nella quota prontamente assimilabile, una scarsa dotazione di humus su oltre i 2/3 dei campioni esaminati, un rapporto C/N nella grande media pari a 8,6, un contenuto medio di azoto pari a 0,12 % e di potassa scambiabile pari a 157 p.p.m. È stata rilevata infine una reazione acida (pH tra 5,3 e 5,9) su poco meno della metà della superficie, nelle aree rappresentate sulla carta acidimetrica allegata; causa più immediata, questa, dello stato di bassa produttività dei terreni che ne sono affetti, nei confronti delle colture più diffuse nel comprensorio, e determinante il difettoso attecchimento del medicaio e di altre specie foraggere, che interessano lo sviluppo dell'agricoltura locale, secondo il prevalente indirizzo cerealicolo-zootecnico.

Le caratteristiche del suolo sono per lo più in buona relazione con le condizioni di giacitura, ed alcune proprietà sono dipendenti dalla tessitura dello stesso.

Vengono infine fornite direttive per il miglioramento produttivo.

BIBLIOGRAFIA

Charrier G., 1954 — Relazione sul rilevamento geologico in corso nel quadrante III del foglio 181 (Tempio). *Boll. Servizio Geologico d'Italia,* vol. 76, p. 153.

Emberger V. L., 1932 — Sur une formule climatique et ses applications en botanique *La Metéreologie,* Paris.

Ferrari C., 1956 — Sulla valutazione della fertilità chimica del terreno. Nota II: Dosamento del « fosforo totale » del terreno. *Ann. Speriment. Agr.,* vol. X. (In corso di stampa).

Franchi S., 1910 — Appunti sulle ricognizioni geologiche eseguite nel Nord della Sardegna nel maggio 1908. *Boll. R. Comit. Geologico d'Italia.*

Gattorta G., 1953 — Determinazione della costituzione fisico-meccanica dei terreni nell'analisi seriale. *Ann. Speriment. Agr.,* vol. VII, p. 621.

Giovannini E., 1953 — Sulla determinazione dei cationi scambiabili nei terreni. *St. Sassar.,* III agr., vol. I, p. 113.

LAMARMORA A., 1875 — Voyage en Sardaigne: Description Gèologique. Torino.

MARIMPIETRI L., MORANI V., GISONDI A., 1950 — Determinazione dell'anidride fosforica prontamente assimilabile nel terreno. *Ann. Speriment. Agr.* vol. V, p. 761.

MONTALDO P., 1956 — Osservazioni geologiche sull'alta valle del Rio Buttule (affluente in destra del Coghinas). *Rendic. Associaz. Mineraria Sarda.* Iglesias, (in corso di stampa).

MORANI V., 1938 — Nuovi concetti sulla correzione dell'acidità del suolo. *Ann. Speriment. Agr.*, vol. XXXI, p. 81.

MUZIO S., 1930 — La trasformazione fondiaria della media valle del Coghinas. Ozieri.

SERVIZIO IDROGRAFICO DEL MINISTERO DEI LAVORI PUBBLICI, GENIO CIVILE DI CAGLIARI — Annali Idrologici, dal 1930 al 1950.

STELLA V., 1908 — Relazione sulle ricerche minerarie nei giacimenti cupriferi di Alghero. *Boll. R. Comit. Geologico d'Italia.*

VARDABASSO S., 1935 — Origine ed evoluzione del rilievo del massiccio Sardo-Corso. *Atti III Congr. Geografico Ital.*, Cagliari.

VARDABASSO S., 1942 — Vulcanismo permico e vulcanismo oligocenico in Gallura. Cagliari.

VARDABASSO S., 1952 — Guida alle escursioni geologiche in Sardegna. *Soc. Geolog. Ital. 56° Congr.*

WALKLEY A. e BLACK I. A., 1934 — An examination of the Detgjareff method for determining soil organic matter, and a proposed modification of the chromic acid titration method. *Soil Sci.*, vol. 37, p. 29.

Sassari, dicembre 1955.

APPENDICE

Prospetto delle analisi dei terreni

N. del campione	Data di prelevamento	Comune	Località	Altimetria m.	Giacitura	Stato culturale	Profondità del prelevamento cm.	Natura del terreno	Colore (*)
1221	25-1-55	Mores	R. Tarsu	240	piano	prativo	0-30	sabb. legg. argilloso	g. s.
1222	»	»	»	—	sottosuolo	—	40-60	sabb. limo-arg lloso	b. n.
1223	»	Ardara	»	245	legg. decl.	prativo	0-30	sabbio argillo-brecciolin.	m. g.
1224	»	»	»	230	piano	seminativo arato	0-30	argilloso	b. n.
1225	»	Ozieri	»	230	»	cereali	0-30	argillo sabbioso	b. n.
1226	»	»	»	—	sottosuolo	—	40-60	argillo-limoso	b. n.
1227	»	»	»	230	piano	cereali	0 30	sabbio limoso	g. m.
1228	»	»	»	—	sottosuolo	—	40-60	argillo sabbioso	g. m.
1229	»	Ardara	Case Mesu e Rios	225	piano	prativo	0-30	sabbio-brecciolinoso	g. m.
1230	»	Ozieri	»	217	»	incolto	0-30	argillo-limoso	g. s.
1231	»	»	Su Rizzolu	220	»	seminativo a rip.	0 30	argillo sabbioso	m. g.
1232	»	»	»	—	sottosuolo	—	40-60	argilloso	m. g.
1233	2-2-55	Mores	R. Tocculau	250	legg. decl.	grano	0-30	sabbio-ghiaioso	m. g.
1234	»	»	»	—	sottosuolo	—	40-60	sabbio-argilloso-ghiaioso	g.
1235	»	»	Andigurti	260	piano	oliveto	0-30	sabb. legg argilloso	m.
1236	»	»	»	245	»	fave	0-30	sabbioso argilloso	g. s.
1237	»	»	»	245	»	grano	0-30	limo-sabbio-argilloso	g. m.
1238	»	»	»	—	sottosuolo	—	40-60	argillo-sabbio ghiaioso	g. m.
1239	»	Ozieri	R. Tola	230	legg. decl.	grano	0 30	sabbio legg brecciolinoso	m.
1240	»	Mores	»	235	piano	»	0-30	sabbio-argilloso ghiaioso	m. g.
1241	»	Ozieri	»	230	legg. decl.	prativo	0-30	sabbio legg. brecciolinoso	m.
1242	»	»	»	—	sottosuolo	—	40-60	sabbio-argilloso	m.
1243	»	»	»	225	piano	grano	0-30	sabbioso legg. brecciolin.	m.
1244	»	Mores	»	220	»	prativo	0-30	» » »	m.
1245	»	»	»	—	sottosuolo	—	40-60	sabbioso legg. argilloso	g.
1246	»	»	»	224	piano	prativo	0-30	» » »	m.
1247	»	»	»	225	»	»	0-30	sabbioso-brecciolinoso	m.
1248	»	»	»	—	sottosuolo	—	40-60	argillo-sabbioso brecciol.	g.
1249	»	Ozieri	»	230	piano	prativo	0-30	sabb. brecciol. legger. arg.	m.
1250	»	»	Campo Chilivani	225	»	grano	0-30	sabbioso legg. brecciol.	m.
1251	»	»	»	—	sottosuolo	—	40-60	medio impasto	m.
1252	»	»	»	220	piano ond.	grano	0-30	sabbioso legg. brecciol.	m.
1253	»	»	Case Sini	225	legg. decl.	»	0-30	» » »	m.
1254	11-2-55	»	Casa Ponte	220	» »	prativo	0-30	sabbio-argillo-brecciolin.	m. s.
1255	»	»	»	—	sottosuolo	—	40-60	argillo-sabbio-brecciolin.	m s.
1256	»	»	Stazione Fraigas	200	piano	prativo	0-30	sabbio-argilloso	m. g.
1257	»	»	»	—	sottosuolo	—	40-60	argillo-sabbioso	g. m.
1258	»	»	Montigiu	200	declivio	grano	0-30	sabbio-argilloso	g. n.
1259	»	»	»	—	sottosuolo	—	40-50	argillo-sabbioso	g.
1260	»	»	»	—	»	—	80-90	argilloso	g. ch.
1261	»	»	»	190	piano valle	prativo	0-30	sabbio-argilloso	g. m.
1262	»	»	Case Terpentas	195	piano coll.	»	0-30	sabbio-argilloso-brecciol.	m. g.
1263	»	»	R. Porcarzos	192	declivio	grano	0-30	sabb. ghiaioso legger. arg.	m. g.
1264	»	»	»	--	sottosuolo	—	40-60	sabbio-ghiaioso	m. g.
1265	»	»	»	175	piano	grano	0-30	sabbio-limoso	g. m.
1266	»	»	C. di Burghidu	185	legg. decl.	»	0 30	sabb. ghiaioso legger. arg.	m. g.
1267	»	»	»	—	sottosuolo	—	40-60	sabbio-argillo-brecciol.	m. s.
1268	»	Mores	Stazione Mores	235	legg. decl.	grano	0-30	sabbio-argilloso	g. m.
1269	»	»	»	—	sottosuolo	—	50 60	argillo-sabbioso	g. b.
1270	»	Ozieri	M. Unturzu	265	dosso coll.	grano	0-30	sabbio-ghiaioso	m. r.
1271	»	»	C. Terrosu	240	pianegg.	»	0-30	sabbio-limo-argilloso	m g.
1272	»	»	»	—	sottosuolo	—	50-60	sabb. ghiaioso legger. arg.	r.
1273	»	Mores	C. Tola	250	p. legg. on.	grano	0-30	sabbio-brecciolinoso	g. ch.
1274	»	»	»	—	sottosuolo	—	50-60	argillo-sabbioso	g. ch.

(*) g. = grigio; m. = marrone; c. = camoscio; n. = nerastro; b. = bruno; r. = rossiccio; gl. = giallastro

Analisi meccanica																				
	Terra fina																			
> mm. 2	Sabbia grossa mm. 2-0,2 / Sabbia fina mm. 0,2-0,02	Limo mm. 0,02-0,002	Argilla < mm. 0,002	Acqua igroscopica	Capacità idrica	Reazione pH	Acidità di scambio in CaO	Calcare	Azoto totale	Carbonio organico	Humus calc. dal C. O.	Anidride fosforica totale	Anidride fosforica assimilabile	Ossido di potassio scambiabile	Ossido di sodio scambiabile	Basi scambiabili tot. (S di Kappen)	Ossido di calcio + Ossido di magnesio scambiabili	Sali solubili in acqua	Cloruri (Na Cl)	N. del campione
%	%	%	%	%	%	%	‰	%	%	%	%	%	ppm	ppm	ppm	m. eq. %	m. eq. %	‰	‰	
s.	74.5	12,1	13,4	1,70	26	6,3	—	ass.	0,110	1,16	1,99	0,027	.....	76	176	5,44	4,72	—	—	1221
,8	57,9	24,2	17,9	5,40	67	6 9	—	trac.	0,060	0,35	0,60	0,028	.....	240	2735	—	—	2,75	1,34	1222
,1	79,0	9,1	11,9	1,00	22	5,8	0,206	ass.	0,090	0,61	1,05	0,033	.....	98	61	1,46	1,05	—	—	1223
,3	17,3	22,1	60,6	7,30	73	7,3	—	trac.	0,420	2,78	4,79	0,094	.....	192	793	—	—	—	—	1224
s.	47,0	22,1	30,9	7,70	50	7,5	—	»	0,190	1,22	2,10	0,047	9	96	564	—	—	1,01	0,08	1225
,1	37,1	27,3	35,6	5,00	45	7.3	—	»	0,050	0,24	0,41	0,212	.....	125	920	—	—	2,32	1,12	1226
,6	61,0	24,3	14,7	2,10	35	6,0	—	ass.	0,130	1,36	2,34	0,037	.....	135	167	5,04	4,21	—	—	1227
,6	45,9	18,8	35,3	4,30	49	5,9	—	»	0,060	0,33	0,56	0,019	.....	98	45	—	—	0,90	0,56	1228
.5	86,0	5,3	8,7	0,75	25	6,0	—	»	0,070	0,70	1,31	0,027	.....	250	103	1,56	0,70	—	—	1229
s.	33,4	28,2	38,4	6,55	49	6,5	—	»	0,180	1,29	2,22	0,044	.....	148	622	20,36	18,04	trac.	—	1230
s.	24,3	18,8	36,9	5,10	49	6,4	—	»	0,200	1,64	2,82	0,044	.....	130	696	15,58	13,56	—	—	1231
c.	21,2	4,1	74,7	7,50	50	7,9	—	trac.	0,100	0,78	1,34	0,030	.....	870	540	—	—	—	—	1232
,1	81,7	8,9	9,4	1.30	24	6,3	—	ass.	0,110	0,96	1,65	0,036	.....	228	870	5,64	2,35	—	—	1233
,1	71,3	9,1	19,6	2,10	21	6,0	—	»	0,040	0,18	0,31	0,020	.....	134	92	—	—	—	—	1234
,5	68,5	17,9	14,1	2,60	41	6,9	—	»	0,150	1,39	2,39	0,033	.....	86	833	10,40	7,53	—	—	1235
,1	51,5	22,4	26,1	3,10	37	6,2	—	»	0,140	1,45	2,49	0,042	74	137	253	10,60	9,54	—	—	1236
,4	48,2	31,5	20,3	3,45	33	6,2	—	»	0,130	1,16	1,99	0,033	.....	132	252	6,82	5,73	—	—	1237
,8	48,4	20,4	31,2	4,05	44	6,5	—	»	0.090	0,70	1,20	0,024	.....	156	953	—	—	p. q.	0,19	1238
,4	85,6	6,4	0,8	0,70	21	6,1	—	»	0 060	0,47	0,81	0,022	.....	100	46	1,26	0,90	—	—	1239
,0	62,0	22,1	15,9	2,60	41	6,4	—	»	0,150	1,51	2,60	0,026	.....	213	407	9,02	7,25	—	—	1240
,7	85,1	7,1	7,8	1,10	27	5,9	0,064	»	0,090	0,93	1,60	0,017	6	84	78	1,94	1,51	—	—	1241
,0	70,0	13,5	16,5	1,85	21	6,5	—	»	0,040	0,15	0,25	0,012	.....	56	165	—	—	—	—	1242
,8	90,4	3,0	6,6	0,55	17	6,1	—	»	0,060	0,47	0,81	.....	.....	55	70	—	—	—	—	1243
,1	89,3	4,1	6,6	0,95	22	6,1	—	»	0,080	1,03	1,77	0,013	.....	75	113	2,64	2,12	—	—	1244
,2	83,6	4,3	12,1	0,70	17	6,7	—	»	0,020	0,09	1,55	0,007	.....	62	113	—	—	—	—	1245
,9	77,5	12,3	10,2	1,30	23	5,9	0.090	»	0,100	1.44	2,48	0,022	.....	50	109	2,44	1,97	—	—	1246
,6	79,8	10,1	10,1	0 90	22	5,9	0,115	»	0,070	0,71	1,22	0,018	3	53	43	1,76	1,51	—	—	1247
,5	58,3	5,8	35,9	4,40	39	6,4	—	»	0,040	0,18	0,31	0,016	.....	79	480	—	—	p. q.	0,11	1248
,8	80,3	9,0	10,7	0,95	28	5,8	0,051	»	0,080	0,85	1,46	0,016	.....	62	63	2,26	1,92	—	—	1249
,1	83,6	6,9	9,5	0,60	20	6,4	—	»	0,060	0,41	0,70	0,014	.....	50	42	1,46	1,22	—	—	1250
,1	61,1	6,6	32,3	3,30	42	8,2	—	trac.	0,040	0,15	0,25	0,008	.....	73	1046	—	—	p. q.	0,45	1251
,2	80,5	9,8	9,7	0,85	24	5,8	0,077	ass.	0,080	0.79	1,39	0,037	.....	93	65	1,94	1,53	—	—	1252
,5.	83,9	7,3	8,8	1,45	27	5,8	0,051	»	0,140	1,26	2,17	0,068	.....	261	46	3,54	2,84	—	—	1253
,2	57,6	15,2	27,2	5,00	41	6,5	—	»	0,130	0,74	1,27	0,060	.....	182	154	13,00	12,11	—	—	1254
,6	43,4	15,8	40,8	6,80	45	6,3	—	»	.....	0,50	0,86	0,059	.....	84	231	—	—	p. q.	0,056	1255
,0	66,0	17,6	16,4	2,70	27	6,2	—	»	0,090	0,50	0.86	0,035	5	96	288	4,84	3,70	—	—	1256
c.	45,2	11,4	43,4	4,90	45	7,8	—	trac.	.....	0,47	0,81	0,029	.....	45	1487	—	—	—	—	1257
,9	68,2	10,7	21,1	3,60	37	7,1	—	»	0,110	1,03	1,77	0,076	.....	132	626	—	—	p q.	0,084	1258
,5	52,1	10,0	37,9	7.35	59	8,1	—	»	.....	0,47	0,81	0,063	.....	108	1741	—	—	1,02	0,36	1256
c.	38,4	9,4	52,2	7,00	62	8,7	—	11,9	.....	0,21	0,36	0.128	.....	156	4838	—	—	6,22	4,21	1260
,1	52,3	25,0	22,7	3,20	36	6,3	—	ass.	0,160	1,52	2,62	0,074	.....	108	729	9,02	6,44	—	—	1261
,7	69,0	10,6	20,4	2,50	30	6,0	—	»	0,120	1,08	1,86	0,022	.....	180	318	6,64	5,23	—	—	1262
,3	78,1	10,9	11,0	1,10	19	6,4	—	»	0,050	0,27	0,46	0,021	.....	104	80	2,54	2,06	—	—	1263
,0	88,9	2,8	8,3	0,70	20	6,6	—	»	.....	0,06	0,34	.....	.....	90	67	—	—	—	—	1264
,1	63,2	22,0	14,8	1,60	25	6.6	—	»	0,090	0,82	1,41	0,018	9	126	218	4,94	3,97	—	—	1265
,6	75,7	12,6	11,7	1,40	25	6,4	—	»	0,090	0,91	1,56	0,028	6	141	51	4,94	4,47	—	—	1266
,0	62,6	8,9	28,5	5,25	45	6,3	—	»	.....	0'41	0,70	.....	.....	93	166	—	—	p q.	0,056	1267
,9	57,5	17,2	25,3	4,60	36	7,2	—	trac.	0,140	1,12	1,93	0,040	.....	126	182	—	—	—	—	1268
,6	51,7	15,8	32,5	5,20	39	7,5	—	»	.....	0,41	0,70	.....	.....	53	496	—	-	0,52	0,14	1269
,4	80,2	8,3	11,5	2,15	17	5,7	0,090	ass.	0,040	0,24	0,41	0,024	.....	112	48	3,14	2,74	—	—	1270
,9	63,6	21,1	15,3	5,00	37	6,1	—	»	0,170	1,56	2,68	0,065	.....	112	224	9,52	8,56	—	—	1271
,0	65,5	17,8	16,7	4,40	34	5,7	—	»	.....	0,60	1,03	.....	.....	79	367	—	—	—	—	1272
,3	82,5	8,1	9,4	0,90	20	5,5	—	»	0,070	0,59	1,01	0,022	.....	79	47	1,86	1,54	—	—	1273
,5	47,3	13,4	39,3	5,10	45	7,5	—	trac.	.....	0,30	0,51	.....	.....	90	1198	—	—	p. q.	0,1	1274

= violaceo; s. = scuro; ch. = chiaro

N. del campione	Data di prelevamento	Comune	Località	Altimetria m.	Giacitura	Stato culturale	Profondità del prelevamento cm.	Natura del terreno	Colore
1275	11-2-55	Mores	R. Zuighe	250	piano ond.	seminativo a rip.	0-30	sabbio-limoso	g.
1276	»	»	R. Tola	235	piano	» »	0-30	sabbioso	g.
1277	»	Ardara	C. Serra Tacculas	225	piano ond.	grano	0-30	sabbioso legg. argilloso	g. m.
1278	»	»	»	—	sottosuolo	—	50-60	medio impasto	g.
1279	»	»	R. Mormuriu	245	piano	grano	0-30	sabbioso legg. argilloso	g. m.
1280	»	»	»	—	sottosuolo	—	50-60	sabbioso brecciol. argilloso	r.
1281	»	»	»	240	piano ond.	seminativo arato	0-30	sabbioso legg. argilloso	g. m.
1282	»	»	R. Tarsu	250	» »	incolto	0-30	sabbio-o-grossolano	m.
1283	»	»	»	—	sottosuolo	—	50-60	argillo-sabbioso	g. l.
1321	4-3-55	Ozieri	C. Montigiu	185	legg. decl.	grano	0-30	sabbioso legg. argilloso	m. g.
1322	»	»	C. Trevimene	190	vallecola	prativo	0-30	sabbio-argilloso	m. g.
1323	»	»	»	—	sottosuolo	—	50-60	medio impasto	g.
1324	»	»	Badde Cheia	200	legg. decl.	grano	0 30	sabb. ghiaioso legg. arg.	m g.
1325	»	»	»	—	sottosuolo	—	50 60	argillo-sabbioso	g.
1326	»	»	Enas Pizzosas	180	piano ond.	prativo	0-30	sabb. ghiaioso legg. arg.	m.
1327	»	»	R. Porcarzos	185	»	»	0-30	sabbioso legg. argilloso	m.
1328	»	»	»	—	sottosuolo	—	50-60	argillo-sabbioso	b.
1329	»	»	Riu Porcarzos	173	piano ond.	grano	0-30	sabbioso legg. argilloso	m. g.
1330	»	»	C. Pedras de Fogu	170	» »	prativo	0-30	argillo-sabbio-ghiaioso	m. g.
1331	»	»	»	—	sottosuolo	—	50-60	argillo sabbioso	g. s.
1332	»	Tula	C. Fighedda	175	piano ond.	prativo	0-30	sabb. brecciol. legg. arg.	m. g.
1333	»	»	Rio di Tula	195	legg. decl.	grano	0-30	» »	m.
1334	»	»	»	—	sottosuolo	—	50-60	sabbioso-grossolano	r.
1337	»	»	C. Ilcias	210	piano ond.	prativo	0-30	sabb. ghiaioso legg. arg.	m.
1338	»	Ozieri	Montigiu Abas	195	» »	grano	0 30	sabbio-limoso	m. s.
1339	»	»	Filigosu	225	» »	»	0-30	sabbioso legg. arg. brecc.	m.
1340	»	»	»	—	sottosuolo	—	50-60	sabbio-argilloso	gl. r.
1341	»	»	»	235	piano ond.	prativo	0-30	sabbioso legg. argilloso	m.
1342	»	»	M. Codinalva	230	» »	cereali	0-30	limo-argilloso	m. g.
1343	»	»	»	—	sottosuolo	—	50-60	argillo-limoso	g. s.
1506	25 4 55	»	Case Cocco	180	piano	prativo	0-30	sabbioso legg. argilloso	g. m.
1507	»	»	»	—	sottosuolo	—	50-60	sabbio-argilloso	c.
1508	»	»	Cap. Zappaneddu	180	piano ond.	prativo	0-30	sabbioso legg. argilloso	c.
1509	»	»	»	—	sottosuolo	—	40-60	argillo-sabbioso	c.
1510	»	»	C. Crastu Furadu	195	piano rialz.	prativo	0-30	sabbio-ghiaioso	c.
1511	»	»	»	—	sottosuolo	—	40-60	argillo-sabbio-ghiaioso	c.
1512	»	»	Case Pittinnuri	185	declivio	seminativo arato	0-30	sabbioso legg. argilloso	g. ch.
1513	»	»	S. Giovanni	170	piano	prativo	0-30	sabbio-argilloso	m. g.
1514	»	»	»	—	sottosuolo	—	40-60	argillo-sabbioso	m. g.
1515	»	Oschiri	C. Silcia Cunzada	170	piano	seminativo a rip.	0-30	sabb. ghiaioso legg. arg.	g. ch.
1516	»	»	»	—	sottosuolo	—	40-60	sabbioso molto ghiaioso	g. ch.
1517	»	»	»	170	piano	prativo	0-30	sabbio-ghiaioso	g. ch.
1518	»	Ozieri	Case Cuzi	165	»	»	0-30	sabbio-limo-argilloso	c.
1519	»	»	»	—	sottosuolo	—	40-60	argillo-sabbioso	c. s.
1520	»	»	Badu sa Femina	170	piano	prativo	0-30	sabbioso legg. argilloso	c. s.
1521	»	»	»	—	sottosuolo	—	40-60	medio impasto	c. s.
1588	»	Mores	Torrione	300	decl. 5-10%	pascolo	0-30	sabbio-limoso-ghiaioso	g.
1589	»	»	C. Badde Majore	325	piano ond.	»	0-30	sabbioso legg. limoso	g. r
1590	»	Ozieri	C. Fossado	230	piano all.	»	0-30	medio impasto	g.
1596	»	Ardara	Ardara	295	decl. 5-10%	»	0-30	sabbioso legg. arg. ghiaioso	g.
1597	»	Ozieri	R. Filigosu	210	vallecola	»	0-30	sabbioso legg. arg. ghiaioso	g.
1599	»	»	C. Funtana Pinta	180	piano	»	0-30	medio impasto	g. ch.
1600	»	»	M. Furado	250	valle	»	0-30	sabbio-argilloso	m. g.
1601	»	»	S. Nicola	230	legg. decl.	»	0-30	argillo-sabbioso	m.
1610	»	»	M. Silvari	230	vallecola	»	0-30	»	m. g.
1605	»	Mores	Cimitero	345	legg. decl.	»	0-30	sabbio-argillo-ghiaioso	g.

Analisi meccanica																					
	Terra fina																				
Scheletro > mm. 2	Sabbia grossa mm. 2-0,2	Sabbia fina mm. 0,2-0,02	Limo mm. 0,02-0,002	Argilla < mm 0,002	Acqua igroscopica	Capacità idrica	Reazione pH	Acidità di scambio in CaO	Calcare	Azoto totale	Carbonio organico	Humus calc. dal C. O.	Anidride fosforica totale	Anidride fosforica assimilabile	Ossido di potassio scambiabile	Ossido di sodio scambiabile	Basi scambiabili tot. (S di Kappen)	Ossido di calcio + Ossido di magnesio scambiabili	Sali solubili in acqua	Cloruri (Na Cl)	N. del campione
%	%	%	%	%	%	%	%	‰	%	%	%	%	%	ppm	ppm	ppm	m. eq %	m. eq. %	‰	‰	
3.4	58,8		26,1	15,1	1,80	30	5,8	—	ass	0,120	1,48	2,55	0,037	.....	104	95	4,24	3,71	—	—	1275
0.3	84,9		6,6	8,5	1,00	41	5,8	—	»	0,120	0,65	1,12	0,015	.....	74	81	1,56	1,14	—	—	1276
9,8	78,6		10,3	11,1	1,15	23	5,7	—	»	0,050	0,62	1,06	0,032	.....	96	63	1,46	1,05	-	—	1277
8,0	58,1		12,6	29.3	3,10	33	5,8	—	»	....	0,30	0,51	.. ..	.....	74	440	—	—	—	—	1278
8.7	69,8		17,0	13.2	1,35	23	5,9	—	»	0,080	0,62	1,06	0,026	. ...	73	57	2,66	2,32	—	—	1279
8,8	77,0		5.8	17,2	1,30	17	6,8	--	»	.....	0,21	0,36	.....	.....	60	193	—	—	—	—	1280
2,2	80,0		9,3	10,7	1,05	25	5,3	—	»	0,090	0,74	1,27	0,025	. ...	62	27	1,54	1,32	—	—	1281
7,8	82,7		7,6	9,7	1,40	23	5,5	—	»	0,080	0,80	1,30	0,017	1	36	44	2,26	2,04	—	—	1282
7,4	44,1		11,2	44,7	4,90	55	8,2	—	trac.	.....	0,21	0,31	. ...	. ...	127	1753	—	—	p.q.	0,55	1283
9.3	71,7		17,0	11,3	2,20	34	6,4	—	ass.	0,090	1,51	2,60	0,029	.....	129	389	7,14	5,61	—	—	1321
5.6	59.5		18,7	21,8	3,20	46	6,8	—	»	0,140	1,36	2,34	0,061	....	92	486	2,04	0,28	—	- -	1322
9,0	60,9		10,9	28,2	3,55	—	8,5	—	trac.	....	.....	. ...	. ...	.....	84	2230	—	—	1,62	0,95	1323
8,4	71,6		12,9	15,5	1,20	29	6,0	—	ass.	0,090	0,68	1,17	0,028	4	99	81	3,68	3,21	—	—	1324
8,1	40.4		1,3	58,3	5,50	—	7,3	—	trac.	....	.....	.....	. . .	.....	72	1949	—	—	—	—	1325
6.8	75.4		12,6	12.0	1,20	25	5,8	—	ass.	0,080	0,72	1,06	0,028	.....	118	72	3,06	2.58	—	—	1326
3.4	72.4		14,0	13,6	1,45	25	6,3	—	»	0,080	0,57	0,98	0,017	.....	120	168	4,6	3,81	—	--	1327
3.8	52,1		10,2	37.7	4,70	—	7,6	-	trac.	.....	.....	.. ..	. ..	.....	207	1304	—	-	p.q.	0,50	1328
3,7	75.1		11,6	13.3	1,00	28	5,8	0,05	ass.	0,070	0,53	0,91	0,019	.. ..	62	87	2,96	2,55	—	--	1329
3,4	46,1		23,6	30,3	2,90	42	6,3	—	»	0,130	1,09	1,87	0,032	.....	96	348	8,98	7,56	--	—	1330
4,3	31,9		19,8	48,3	6,30	—	7,1	—	trac.	.....	. ...	.....	.....	.....	92	29	—	—	p.q.	0,55	1331
8,2	79,1		9,8	11,1	1,10	24	5,8	0,037	ass.	0,090	0,94	1,62	0,019	.....	85	69	3,28	2,88	—	—	1332
4,5	78.4		8,0	13,6	1,10	24	5,6	0,315	»	0,040	0,50	0,86	0,030	.....	85	57	2,46	2,09	-	—	1333
2,0	73,9		8.7	17.4	2,00	—	5,6	1,065	»	.. ..	.....	.....	.. .	.....	102	90	—	—	—	—	1334
4.5	69,2		16,6	14,2	1,30	30	5,6	0,147	»	0,080	0,77	1,32	0,041	.....	93	97	3,28	2,77	—	—	1337
7.8	64,7		21,1	14,2	1,70	40	5,9	0,024	»	0,120	0,91	1,56	0,021	.....	290	262	6,44	4,98	—	—	1338
9,5	74,5		12,6	11,9	0,90	30	5,7	0,036	»	0,090	0,85	1,46	0,029	.....	93	76	3,58	3,22	—	—	1339
9,4	72,9		11,2	15,9	0,90	—	6,1	--	»	.....	.....	... .	.....	....	74	111	--	--	—	--	1340
9,8	70,5		15,0	14,5	1.40	32	6,0	—	»	0,100	1,21	2,08	0,024	.....	104	106	3,68	3,12	—	—	1341
4,0	25,5		47,8	26,7	3,55	52	5,7	0,134	»	0,170	1,68	2,89	0,060	.....	90	421	10,10	8,55	—	—	1342
7.7	35,9		32,5	31,6	2,30	—	6,8	—	»	....	. ...	. ...	... .	.....	90	1393	—	—	p.q.	0,33	1343
6,2	29,1	45,5	11,3	14,1	2,10	34	6,1	—	»	0,060	0,74	1,27	0,042	.....	80	47	4,90	4,58	--	—	1506
8,4	22,6	36,6	16,7	24,1	3,30	—	6,3	—	»	.....	....	.....	.....	....	24	96	—	--	—	—	1507
9,7	35,7	35,5	11,9	15,9	2,60	32	6,2	—	»	0,080	0,56	0,96	0,024	.....	139	93	4,20	3,60	—	—	1508
0,4	30,1	25,4	9,2	35,3	7,40	—	7,1	—	trac.	.....	.. .	. ..	.....	.....	99	515	—	—	p.q.	0,29	1509
2,7	53,1	22,6	11,7	12,6	1,65	32	5,9	—	ass.	0,080	0,93	1,60	0,028	. ...	133	27	4,40	4,03	—	—	1510
8,0	42,1	4.5	2,1	50,7	6,70	—	5,7	—	»	.....	.....	.....	.. ..	.....	99	218	—	—	—	—	1511
8,5	46,6	27,8	10,9	14,7	3,50	27	6,5	—	»	0,080	0,74	1,27	0,014	.....	144	115	6,22	5,54	—	—	1512
5.9	23,4	40,7	18,6	17,3	4,00	42	6,4	--	»	0,130	0,79	1,36	0,050	.....	100	120	10,20	9,47	—	—	1513
4,5	20,0	34,4	17,4	28,2	3,70	—	6,6	—	»	.....	.....	.....	.....	.....	31	187	—	—	—	—	1514
9,1	49.6	22,1	13,5	14,8	1,20	27	5,9	0,113	»	0,060	0,69	1,18	0,017	.....	77	40	3,06	2,77	—	—	1515
6,9	47,4	19,8	15,3	17,5	1,10	—	6,3	—	»	.....	.....	.....	.....	.....	52	110	—	—	—	—	1516
8.6	57.4	19,7	11,6	11,3	0,90	26	6,1	—	»	0,060	0,53	0,91	0,022	....	92	25	3,16	2,88	—	—	1517
4.9	17,1	43,7	21,1	18,1	3,80	43	6,2	—	»	0,110	0,88	0,51	0,040	.....	92	192	8,36	7,55	—	—	1518
6,0	22,9	30,7	13,8	32,6	3,50	—	7,0	—	trac.	.....	... .	.....	... .	.....	19	486	---	—	—	--	1519
4.2	32,9	39,5	13,4	14,2	3,20	38	6,2	—	ass.	0,110	0,72	1,24	0,048	6	126	106	7,96	7,35	—	—	1520
ss.	16,9	36,2	18,1	28,8	3,80	—	6,4	—	»	.....	.....	.. .	.....	.....	39	156	—	—	—	—	1521
6.3	32.3	25,6	19,8	22,3	2,60	42	7,1	—	trac	0,140	1,04	1,79	0,051	15	132	82	—	—	—	—	1588
1.2	39.6	40,4	11,2	8,8	1,10	37	6,0	—	ass.	0,150	1,19	2,05	0,045	21	63	86	6,74	6.33	—	—	1589
7,9	19,0	28.5	23,1	29,4	5,50	61	6,3	—	»	0,220	1,90	3,27	0,067	14	336	1112	22,78	18,48	—	—	1590
0.1	45,5	28,1	11,1	15.3	2,20	46	6,3	—	»	0,180	2,02	3,48	0,049	22	196	63	10,82	10,20	—	—	1596
1,6	48,9	26.5	13.4	11,2	1,00	35	5,5	0,176	»	0,130	1,16	1,99	0,034	8	110	61	4,90	4,47	—	—	1597
ss.	18,2	25,5	31.8	24.5	4,10	52	6,8	—	»	0,200	2,02	3,48	0,030	6	249	345	16,60	14.96	—	—	1599
ss.	11,0	42,4	26.2	20.4	3,60	53	6,3	—	»	0,140	1,57	2,70	0,080	80	249	291	16,84	15,37	—	—	1600
ss.	19.5	20,4	21.2	38,9	5,80	48	6,9	—	»	0,380	1,90	3,27	0,083	80	228	67	28,12	27,42	—	—	1601
4.8	25.7	14.7	13.4	46,2	6,90	48	6,5	—	»	0,200	1,72	2,06	0,077	7	273	134	30,74	29,73	0,66	0,11	1610
6,2	36,1	21.8	12.5	29,6	3,40	42	7,1	—	3,3	0,110	1,01	1,74	0,107	33	183	63	—	—	—	—	1605

N. del campione	Data di prelevamento	Comune	Località	Altimetria m.	Giacitura	Stato culturale	Profondità del prelevamento cm.	Natura del terreno	Colore
1699	28-5-55	Ozieri	R. Paulu 'e Carru	210	piano	cespugliato	0-30	sabb. legg. ghiaioso arg.	c.
1700	»	»	»	—	sottosuolo	—	30-40	sabbio-breccioso	c. ch.
1701	»	»	Ponte Ezzu	200	piano	avena	0-30	sabbio-argilloso	g.
1702	»	»	»	—	sottosuolo	—	30-40	argillo-sabbioso	b. n.
1703	»	»	C. Codinas	195	piano	orzo	0-30	sabbioso legg. argilloso	g.
1704	»	»	Case Codinas	—	sottosuolo	—	30-40	argillo-sabbioso	g.
1705	»	»	Reg. Codinas	200	piano	incolto	0-30	sabbioso legg. argilloso	g.
1706	»	»	»	—	sottosuolo	—	30-40	» » »	g.
1707	»	»	Campu de Vora	205	legg. decl.	seminativo arato	0-30	sabbio-ghiaioso argilloso	g.
1708	»	»	»	—	sottosuolo	—	30-40	argillo-sabbioso	g.
1709	»	»	»	219	piano ond.	seminativo arato	0-30	sabb. legg. breccioso arg.	g.
1710	»	»	»	—	sottosuolo	—	30-40	argillo-breccioso sabbioso	g.
1711	»	»	Chilivani	210	piano	grano	0-30	sabbio-ciottoloso	g. m.
1712	»	»	»	—	sottosuolo	—	30-40	sabbioso molto ciottoloso	m.
2514	12-10-55	Ardara	Staz. Ardara	255	legg. decl.	erbaio	0-30	sabb. brecciol. legg arg.	m.
2515	»	»	»	—	sottosuolo	—	40-60	sabbio-brecciolinoso	m.
2521	21-11-55	»	C. Codina Peidras	235	vallecola	seminativo a rip.	0-30	sabb. legg. limoso brecc.	g.
2522	»	»	»	—	sottosuolo	—	40-60	sabb. legg. arg. breccioso	g.
2525	21-11-55	»	P. Achileddu	300	altopiano	seminativo a rip.	0-30	sabbioso legg. limoso gh.	c.
2526	»	»	»	—	sottosuolo	—	40 60	limo-argilloso	m, r.
2527	»	Ozieri	S. Antioco di B.	235	pianegg.te	seminativo a rip.	0-30	sabbio-ghiaio-argilloso	m.
2528	»	»	»	—	sottosuolo	—	40-60	sabbioso argilloso	m.
2531	»	»	Nuraghe Candelas	230	decl. 2-4%	prato	0-30	sabbio-limo-ghiaioso	m. g.
2532	»	»	»	—	sottosuolo	—	40-60	sabbio-argillo ghiaioso	m. g.
2533	»	»	R. Rizz. 'e sa Costa	190	piano	stoppie	0-30	sabbio-limo-ghiaioso	m. g.
2534	»	»	»	—	sottosuolo	—	40-60	argillo sabbioso molto gh.	g.
2535	»	»	C. Ena Longa	225	decl. c. ll.	pascolo	0-30	sabbio limo-argillo-gh.	m. b.
2536	»	»	»	—	sottosuolo	—	40 60	sabbio-argillo-ghiaioso	m. b.
2537	»	»	Cant. Baesia	185	piano	seminativo arato	0-30	sabbio-limo-ghiaioso	m. v.
2538	»	»	»	—	sottosuolo	—	40-60	argilloso	m. g.
2539	»	Tula	Ispanedda	190	piano	seminativo a rip.	0-30	sabbio-argillo-ghiaioso	c.
2540	»	»	»	—	sottosuolo	—	40-60	argillo ghiaioso	m. g.
2541	»	Ozieri	R. S. Leonardo	240	piano	stoppie	0-30	sabb. legg arg. molto gh.	m. g.
2542	»	»	»	—	sottosuolo	—	40-60	argillo-sabbio molto gh.	m. g.
2544	»	Tula	Cant. Tuva Ossu	200	vallecola	erbaio	0-30	sabbio limo-argilloso	m. g.
2545	»	»	»	—	sottosuolo	—	40-60	medio impasto	m. g
2550	»	Ardara	Tanca sa Cheja	260	vallecola	prato naturale	0-30	argilloso	m. s.
2551	»	»	»	—	sottosuolo	—	40-60	argilloso legg. sabbioso	m. s.
2552	»	»	P. Pireddu	290	altopiano	incolto	0-30	limo-sabbioso	m.
2553	»	Ozieri	P.gio Sc. Murada	300	decl. 20%	cespugliato	0-30	argillo-limoso	m. v.
2792	16-1-56	Mores	Tola de Mores	275	piano ond.	pascolativo	0-30	sabbioso legg. brecciol	c.
2793	»	»	»	—	sottosuolo	—	40-60	sabbio alq. brecciolinoso	c. gl.
2794	»	»	»	250	piano ond.	pascolativo	0-30	sabbio-argillo-brecciol.	m.
2795	»	»	Zuighe	270	»	orzo	0-30	sabbio-brecciolinoso	c.
2796	»	»	Costinas	370	vallecola	seminativo a rip.	0-30	sabbio-argilloso poco br.	m.
2797	»	»	»	—	sottosuolo	—	40-60	sabb. legg. argilloso br.	m. ch.
2800	»	Ozieri	Reg. Lampada	250	vallecola	grano	0-30	sabb. legg. argilloso	g.
2801	»	»	»	—	sottosuolo	—	40-60	argillo-sabbioso	g. s.
2802	»	»	Reg. Buttule	250	vallecola	erbaio	0-30	sabbio-limo-ghiaioso	m. g.
2803	»	Ittireddu	Reg. Puzzu Ena	290	pianoro	grano	0-30	sabbio-limo legg. argilloso	m. g.
2804	»	»	»	—	sottosuolo	—	40-60	argillo-sabbioso	m. g.
2805	»	Mores	M. Bidisone	290	vallivo	seminativo a rip.	0-30	» »	m. g.
2806	»	»	»	—	sottosuolo	—	40-60	sabbio-argilloso ghiaioso	m. g.
2807	»	»	S'Ingiari	320	declivio	seminativo	0-30	sabbio argilloso brecciol.	c.
2808	»	»	»	—	sottosuolo	—	40-60	sabbio brecciol. legg. arg.	gl. r.
2809	21-1-56	Ozieri	Patru Biddau	225	piano	prativo	0-30	sabbio-limoso poco gh.	m. g.

Analisi meccanica	Terra fina				Acqua igroscopica	Capacità idrica	Reazione pH	Acidità di scambio in CaO	Calcare	Azoto totale	Carbonio organico	Humus calc. dal C. O.	Anidride fosforica totale	Anidride fosforica assimilabile	Ossido di potassio scambiabile	Ossido di sodio scambiabile	Basi scambiabili tot. (S di Kappen)	Ossido di calcio + Ossido di magnesio scambiabili	Sali solubili in acqua	Cloruri (Na Cl)	N. del campione
Scheletro > mm. 2	Sabbia grossa mm. 2-0,2	Sabbia fina mm. 0,2-0,02	Limo mm. 0,02-0,002	Argilla < mm. 0,002													m. eq.	m. eq.			
%	%	%	%	%	%	%	%	‰	%	%	%	%	%	ppm	ppm	ppm	%	%	‰	‰	
19,4	37,6	36,7	13,4	12,3	0,60	30	5,7	0,075	ass.	0,100	0,73	1,25	0,043	.....	150	22	3,04	2,65	—	—	1699
28,1	40,0	34,2	11,8	13,6	0,90	—	5,3	0,201	»	.....	.....	.....	.....	.....	99	23	—	—	—	—	1700
12,5	28,7	31,4	18,5	21,4	3,00	44	6,9	—	»	0,100	0,70	1,20	0,040	.....	65	692	15,32	13,71	p. q.	0,11	1701
16,3	29,6	20,4	13,5	3 ,5	5,80	—	7,9	—	trac.	.....	.....	.....	.....	.....	39	1938	—	—	2,08	0,94	1702
12,4	52,4	22,5	11,3	13,8	1,10	29	6,1	—	ass.	0,100	1,02	1,75	0,022	16	109	110	5,42	4,83	—	—	1703
ass.	37,4	21,9	8,2	32,5	3,70	—	6,8	—	»	.....	.....	.....	.....	.....	91	830	—	—	p. q.	0,41	1704
7,1	36,8	40,9	11,8	10,5	1,00	30	5,5	0,037	»	0,090	0,67	1,15	0,016	.....	99	56	3,74	3,35	—	–	1705
11,7	38,5	37,4	11,8	12,3	0,96	—	6,2	—	»	.....	.....	.....	.....	.....	123	93	—	—	—	—	1706
31,5	36,4	38,2	12,9	12,5	0,90	25	5,5	0,012	»	0,090	0,67	1,15	0,030	.....	96	44	3,66	3,31	—	—	1707
16,7	31,5	31,3	5,1	32,1	3,30	—	6,3	—	»	.....	.....	.....	.....	.....	132	117	—	—	—	—	1708
20,4	37,7	35,6	14,1	12,6	0,80	30	5,3	0,075	»	0,090	0,76	1,31	0,037	36	64	56	2,94	2,62	—	—	1709
47,6	18,9	13,5	10,8	56,8	4,50	—	6,4	—	»	.....	.....	.....	.....	.....	91	424	—	—	-	—	1710
32,4	49,3	25,9	13,9	10,9	0,90	26	6,9	—	»	0,080	0,76	1,31	0,028	36	107	37	8,80	8,45	—	—	1711
53,6	50,4	23,3	13,3	13,0	0,80	--	6,7	—	»	.....	.....	.....	.....	.....	102	73	—	—	—	—	1712
25,1	44,8	31,0	13,0	11,2	1,40	28	5,5	0,10	»	0,120	1,40	2,41	0,035	4	111	95	4,72	4,18	—	—	2514
24,7	47,0	33,6	8,6	10,8	0,80	—	5,7	0,15	»	.....	.....	.....	.....	.....	44	68	—	—	—	—	2515
19 0	44.2	31,9	16,2	7,7	1,70	34	6,0	—	»	0,147	1,51	2,60	0,039	.....	224	78	5,20	4,47	—	—	2521
18,7	47,6	28,1	9,8	14,5	2,90	–	5,7	0,01	»	.....	.....	.....	.....	.....	106	49	—	·	—	—	2522
17,1	27,9	23,2	22,4	11,9	9,30	32	5,7	0,02	»	0,077	0,75	1,29	0,037	.....	154	46	6,00	5,52	—	—	2525
trac.	12,2	12,2	42,0	33,6	9,60	—	6,3	·	»	.....	.....	.....	.....	.....	105	308	–	—	-	—	2526
36,5	31,6	29,6	13,4	15,4	3,70	46	6,0	—	»	0,203	1,65	2,84	0,072	.....	580	500	6,60	4,86	—	—	2527
21,0	28,5	27,3	24,1	20,1	2,90	—	5,7	0,16	»	.....	.....	.....	.....	.....	195	745	—	—	—	--	2528
28,3	31,4	28,9	25,2	14,5	2,70	36	6,0	—	»	0,119	1,14	1,96	0,031	.....	260	460	9,40	7,36	—	—	2531
28,7	29,9	23.5	21,2	25,4	3,20	–	6,9	—	»	.....	.....	.....	.....	.....	166	735	—	—	—	—	2532
23,6	32,0	32,6	22,9	12,5	1,60	28	5,7	0,02	»	0,112	1.22	2,10	0,032	.....	82	190	2,80	2,01	—	—	2533
49,6	29,0	19,9	18,9	32,2	5,00	—	7,7	—	trac.	.....	.....	.....	.....	.....	104	1630	—	—	p. q.	0,30	2534
38,1	25,3	29,6	25,4	19,7	3,30	48	5,8	0,02	ass.	0,231	2,44	4,20	0,064	.....	630	360	15,00	12,50	—	-	2535
41,2	24,3	27,7	21,8	26,2	4,10	—	6,4	—	»	.....	.....	.....	.....	.....	570	380	—	—	—	—	2536
26,4	38,4	29,8	20,8	11,0	2,10	34	6,9	—	»	0,098	0,86	1,48	0,026	.....	179	248	9,20	8,02	—	—	2537
trac.	17,9	13,8	19,7	48,6	8,80	—	7,6	—	trac.	.....	.....	.....	.....	.....	121	2000	—	—	1,91	1,40	2538
38,9	27,1	33,5	16,5	22,9	3,40	44	5,9	0,01	ass.	0,126	1,31	2,25	0,042	.....	224	168	8,20	7,18	—	—	2539
20,9	22,1	14,9	14,5	48,5	7,70	—	7,3	—	1,20	.....	.....	.....	.....	.....	226	360	—	—	0,92	0,12	2540
41,8	26,0	36,8	21,8	15,4	1,80	34	5,9	0,02	ass.	0,091	1,00	1,72	0,056	.....	126	64	5,04	4,56	—	—	2541
50,3	23,3	25,1	17,8	33,8	3,90	—	5,8	0,02	»	.....	.....	.....	.....	.....	194	146	—	—	—	—	2542
11,8	26,1	29,5	27,3	17,1	2,50	42	5,7	0,25	»	0,140	2,41	1,40	0,043	.....	210	615	8,44	6,01	—	—	2544
16,5	22,6	23,9	25,5	28,0	3,70	—	7,4	—	»	.....	.....	.....	.....	.....	262	1685	—	—	ind.	0,97	2545
7,5	15,9	23,4	22,9	37,8	5,80	72	6,3	—	»	0,357	3,26	5,26	0,071	.....	262	345	24,24	22,57	1,41	0,18	2550
15,6	21,5	19,7	23,2	35,6	5,50	—	6,5	—	»	.....	.....	.....	.....	.....	109	1180	—	—	p. q.	0,30	2551
8,1	19,2	26,5	37,0	17,3	3,80	48	5,7	0,01	»	0,217	2,12	3,65	0,203	.....	101	137	10,21	9,58	—	—	2552
15,8	18,8	18,5	27,7	35,0	6,50	60	6,5	—	»	0,203	1,68	2,89	0,087	.....	101	250	24,04	23,02	—	—	2553
21,7	56,8	28,3	6,3	8,6	0.40	26	6,0	—	»	0,063	0,37	0,64	0,216	.....	63	41	2,40	2,13	—	—	2792
26,3	58,6	27,8	5,9	7,7	0,40	—	6,1	—	»	.....	.....	.....	.....	.....	40	22	—	—	—	—	2793
27,1	33,5	35,5	12,3	18,7	2,80	46	6,8	—	»	0,133	1,26	1,65	0,178	.....	62	122	15,60	15,07	—	—	2794
31,3	48,0	35,6	8,3	8,1	0,60	32	6,7	0,12	»	0,042	0,37	0,64	0,024	.....	53	32	2,40	2,18	—	—	2795
20,0	33,3	30,1	12,2	24,4	2,80	44	7,3	—	trac	0,189	1,02	1,78	0,045	.....	160	75	—	—	—	—	2796
25,2	48,3	25,1	11,1	15,5	1,80	—	7,4	—	»	.....	.....	.....	.....	.....	84	79	—	—	—	—	2797
20,7	34,0	34,8	16,9	14,3	1,80	40	6,4	—	ass.	0,049	0,71	1,21	0,030	.....	250	260	3,40	2,03	—	—	2800
trac.	17,2	29,0	18,2	35,6	5,30	—	6,7	--	»	.....	.....	.....	.....	.....	186	760	—	—	p. q.	0,12	2801
37,1	24,0	33,6	27,6	14,8	2,40	44	6,1	—	·	0,161	1,29	2,22	0,076	.....	196	124	10,80	9,98	—	—	2802
6,0	9,9	43,0	30,5	16,6	2,00	42	6,0	—	»	0,112	0,84	1,44	0,058	.....	189	208	8,00	6,93	—	—	2803
16,6	7.4	36,2	25,3	31,1	6,10	—	6,8	—	»	.....	.....	.....	.....	.....	96	470	—	—	p. q.	0,12	2804
17,2	31,2	23,4	22.2	23,2	3,70	52	8,0	—	trac.	0,154	1,11	1,91	0,045	.....	176	820	—	—	—	—	2805
13,1	28,9	24,0	18,8	28,3	4,90	—	8,7	—	»	.....	.....	.....	.....	.....	104	155	—	—	p. q.	0,30	2806
34,0	57,7	11,6	3,3	27,4	1,20	28	6,1	—	ass.	0,035	0,30	0,69	0,019	.....	66	55	5,20	4,89	—	—	2807
25,7	62,1	19,1	7,6	11,2	2,00	—	5,9	0,87	»	.....	.....	.....	.....	.....	61	72	—	—	—	—	2808
18,1	22,1	44,9	21,0	12,0	2,00	50	6,5	—	»	0,89	0,96	1,65	0,065	.....	55	102	9,60	9,15	—	—	2809

N. del campione	Data di prelevamento	Comune	Località	Altimetria m.	Giacitura	Stato culturale	Profondità del prelevamento cm.	Natura del terreno	Colore
2810	21-1-56	Ozieri	Punta Zamaglia	—	sottosuolo	—	40-60	sabbio-limoso ghiaioso	m.g.
2811	»	»	»	280	vallecola	prativo	0-30	sabbio-limoso argilloso	m.g.
2812	»	»	C. M. Nieddu	220	vallecola	prativo	0-30	sabbio-limoso argilloso	g.
2813	»	»	Riu Mannu	220	piano all.	grano	0-30	sabbio-argilloso	g.m.
2814	»	»	»	—	sottosuolo	—	40-60	argillo-limoso	r.
2815	»	»	Sarrenadu	230	vallecola	grano	0-30	»	m.g.
2816	»	»	M. Maramoju	220	»	prativo	0-30	medio impasto	m.n.
2817	»	»	»	—	sottosuolo	—	40-60	argillo-breccioso	n.g.
2818	»	Ardara	R. Tarsu	—	piano ond.	sughereta	0-30	sabbio legg. limoso	c.
2819	»	»	»	260	sottosuolo	—	40-60	»	c.ch.
2820	»	»	Tanca de Sauri	250	decl. 5 %	grano	0-30	»	c.ch.

> mm. 2	Analisi meccanica – Terra fina				Acqua igroscopica	Capacità idrica	Reazione pH	Acidità di scambio in CaO	Calcare	Azoto totale	Carbonio organico	Humus calc. dal C. O.	Anidride fosforica totale	Anidride fosforica assimilabile	Ossido di potassio scambiabile	Ossido di sodio scambiabile	Basi scambiabili tot. (S di Kappen)	Ossido di calcio + Ossido di magnesio scambiabili	Sali solubili in acqua	Cloruri (Na Cl)	N. del campione
	Sabbia grossa mm. 2-0,02	Sabbia fina mm. 0,2-0,02	Limo mm. 0,02-0,002	Argilla < mm 0,002																	
%	%	%	%	%	%	%	%	‰	%	%	%	%	%	ppm	ppm	ppm	m. eq. %	m. eq. %	‰	%	
2,3	25,1	40,5	20,9	13,5	2,50	—	6,0	—	»	.....	.....	.....	.....	.....	336	106	—	—	—	—	2810
,7	30,5	23,0	27,6	18,9	2,20	42	6,8	—	»	0,112	0,43	0,80	0,025	.....	580	650	11,60	8,79	—	—	2811
4,6	36,3	22,6	22,4	18,7	4,50	36	5,7	0,06	ass.	.....	.....	.....	.....	.....	213	540	8,40	6,20	—	—	2812
ac.	13,2	38,5	28,4	19,7	4,00	40	5,8	0,08	»	0,140	0,49	0,85	0,045	.....	166	257	7,00	5,82	—	—	2813
ss.	5,1	23,3	27,3	44,3	3,90	—	7,2	—	trac.	.....	.....	.....	.....	.....	51	208	—	—	ind.	0,67	2814
»	14,0	14,8	38,5	32,7	6,30	60	5,8	0,04	ass.	0,196	1,29	2,22	0,053	.....	147	1000	14,80	11,07	—	—	2815
9,1	24,6	15,5	32,5	27,4	1,00	54	7,0	—	trac.	0,147	0,78	1,57	0,033	.....	620	1030	—	—	-	—	2816
8,3	23,5	13,2	14,3	49,0	0,60	—	8,5	—	»	.....	.....	.....	.....	.....	590	1710	—	—	p. q.	0,12	2817
4,3	40,2	36,8	13,5	9,5	1,20	42	6,3	—	ass.	0,084	0,64	1,34	0,029	.....	226	159	5,80	4,80	—	—	2818
0,7	41,1	38,4	9,9	10,6	1,80	—	6,1	—	»	.....	.....	.....	.....	.....	109	58	—	—	—	—	2819
2,2	55,3	22,4	11,1	11,2	1,30	35	6,0	—	»	0,077	0,54	1,16	0,028	.....	94	49	5,40	5,04	—	—	2820

Determinazioni supplettive della reazione in pH su altri campioni di terreno

N. del campione	Data del prelevamento	Comune	Località	Altimetria m.	Giacitura	Stato culturale	Profondità del prelevamento cm	Colore (*)	Reazione pH. %	Acidità di scambio in CaO ‰
2889	8-5-56	Mores	Riu Pizzinu	250	piano all.	erbaio	0-30	g.	7,5	—
2890	»	»	C. S. Giorgio	245	legg. decl.	pascolo	0-30	g.	7,1	—
2891	»	»	Pedras Frittas	285	»	grano	0-30	g.m.	6,9	—
2892	»	»	R. Sparghe Abbas	250	vallecola	incolto	0-30	m.g.	6,6	—
2893	»	»	Mendulas	250	piano all.	erbaio	0-30	m.	6,9	—
2894	»	»	Travanales	280	piano ond.	»	0-30	m.g.	5,9	0,02
2895	»	»	Is. San Gavino	240	piano all.	grano	0-30	g.m.	7,3	—
2896	»	»	C. Biddisai	280	piano ond.	»	0-30	m.g.	6,7	—
2897	»	»	M. Melone	245	legg decl.	»	0-30	m.g.	6,0	—
2898	»	Ozieri	S. Luca	245	piano ond.	seminativo a rip.	0-30	c.	5,7	0,01
2899	»	»	C. Baldosa	225	piano	»	0-30	c.	5,7	0,06
2800	»	Mores	Zuighe	255	piano ond.	»	0-30	c.	5,8	0,04
2801	»	»	»	260	»	»	0-30	c.	5,7	0,11
2902	»	»	T. Pedras Turulia	305	declivio	grano	0-30	m.c.	5,9	0,01
2903	»	Ittireddu	Funtana Gerrile	255	piano ond.	erbaio	0-30	m.g.	6,0	—
2904	»	Ozieri	M. Mariano	240	vallecola	grano	0-30	g.b.	6,4	—
2905	»	»	N.ghe Fraghedu	250	»	pascolo	0-30	g.n.	6,0	—
2906	9-5-56	»	C. Trevimene	215	legg. decl.	grano	0-30	g.m.	7,1	—
2907	»	»	R. Cugono	230	»	erbaio	0-30	m.g.	6,3	—
2908	»	»	Sos Fangos	200	piano ond.	prativo	0-30	m.c.	5,7	0,01
2909	»	»	C. su Campu	175	decl. 5%	erbaio	0-30	c.	6,1	—
2910	»	»	R. Pira de Mestiga	225	decl. 10%	prativo	0-30	c.	6,2	—
2911	»	»	Fraigas	190	piano ond.	grano	0-30	m.	7,4	—
2912	»	Tula	Mur. de Laurentu	175	piano ond.	grano	0-30	c.	5,9	0,03
2913	»	Ozieri	C. Figu Ruja	185	»	»	0-30	m.c.	5,9	0,03
2914	»	»	C. Planu Ladu	180	»	incolto	0-30	b.n.	5,8	0,01
2915	»	»	»	180	»	prativo	0-30	m s.	5,9	0,02
2916	»	»	»	180	»	erbaio	0-30	m.g.	5.8	0,01
2917	»	»	R. Rizzolu s. Costa	185	»	avena	0-30	g.n.	6,5	—
2918	»	»	Montigiu Contra	205	»	»	0-30	m.g.	6,9	—
2919	»	»	»	190	»	orzo	0-30	m. ch.	6,1	—
2920	»	»	C. Donnigazza	210	»	pascolo	0-30	m.	6,0	—
2921	»	»	Laccana de Pedru	230	decl. 15%	avena	0-30	g.m.	7,1	—
2922	»	»	N. ghe S. Pantaleo	223	piano ond.	grano	0-30	g.m.	7,1	—
2923	»	»	Codinas	200	»	avena	0-30	m.	6,3	—
2924	»	»	C Bruciapiedi	200	»	pascolo	0-30	m.	6,1	—
2925	»	»	»	195	piano	prativo	0-30	m.c.	6,1	—
2926	»	»	C. Mesu e Rios	225	»	erbaio	0-30	m.c.	6,0	—

(*) g. = grigio; m. = marrone; c. = camoscio; n. = nerastro; b. = bruno; r. = rossiccio; gl. = giallastro; v. = violaceo; s. = scuro; ch. = chiaro

Istituto di Chimica agraria dell'Università degli Studi di Sassari
(Direttore: Prof. VALENTINO MORANI)

Il rapporto fra carbonio organico ed azoto nel suolo, con particolare riferimento ai terreni della Sardegna.

UMBERTO PALLOTTA

INTRODUZIONE

È noto che la complessa costituzione dell'humus del suolo dipende, oltrechè dalla natura delle materie organiche di origine vegetale ed animale, dalle quali proviene, dalle diverse condizioni nelle quali ha avuto luogo la loro trasformazione.

Pertanto nei vari tipi pedoclimatici di suolo, l'humus presenta diverse percentuali di carbonio e di azoto, come è stato messo in evidenza in numerose indagini.

Ci limitiamo a ricordare quelle di M. S. Anderson e Byers (1934) su molti terreni tipici, e di Lippi-Boncambi e Marimpietri (1949) sulle Rendzine dell'Appennino Umbro.

Allo scopo di caratterizzare l'humus dei vari terreni, nonchè lo stato della sua formazione ed evoluzione, si ricorre al calcolo del rapporto carbonio organico: azoto (C/N).

Esso si abbassa via via che la materia organica, introdotta nel suolo, si umifica e si mineralizza.

Il rapporto nei detriti dei vegetali superiori si aggira fra 80 e 40, nei batteri, lieviti e funghi varia da 5,8 a 9,4 (C. G. Anderson 1938), nei tessuti animali è ancora più basso e nel letame maturo, secondo vari A.A., oscilla fra 16,2 e 23. Esso diminuisce gradatamente, in condizioni normali, fino a valori intorno a 15-20 nell'humus instabile o nutritivo, e tende a raggiungere valori pari a $\pm$ 10 nell'humus stabile (Waksman, 1936; Scheffer, 1936).

Un particolare ringraziamento al prof. Valentino Morani, per avermi suggerito il tema della presente indagine favorendomi direttive e consigli nel compimento delle ricerche.

L'abbassamento del rapporto C/N è conseguenza della continua produzione di anidride carbonica, e di una mineralizzazione dell'azoto organico relativamente meno intensa, onde l'humus si arricchisce in azoto.

I processi di decomposizione, di umificazione e di mineralizzazione, che sono in rapporto con le condizioni di temperatura, umidità ed aereazione, costituiscono un ciclo continuo, le cui fasi si sovrappongono e si compongono, e sono regolate dalla flora microbica ed enzimatica del suolo, che perciò partecipa ingentemente alla fase restituitiva del ciclo naturale del carbonio (Waksman, 1926).

In natura, evidentemente, gli apporti di sostanza organica sono discontinui e di varia entità da un terreno all'altro, mentre le condizioni delle trasformazioni variano anch'esse nel tempo e nello spazio e possono intervenire processi anomali di combustione o di putrefazione da un lato, o di accumulo della sostanza organica dall'altro.

Infatti il valore di 10, che da molti viene oggi riconosciuto caratteristico per l'humus stabile dei terreni delle zone temperate, si riscontra solamente, secondo Verona (1947), nei suoli che si trovano nelle migliori condizioni fisiche, chimiche e biologiche.

Ferme restando queste condizioni, una volta raggiunto l'equilibrio fra umificazione e mineralizzazione, il rapporto C/N, tuttavia, non rimane rigorosamente costante nel tempo; prescindendo dai nuovi apporti da parte della vegetazione, della microflora e della fauna terricola, è facile dedurre che, col mutare delle attività microbiochimiche in rapporto alle stagioni (ammonizzazione, nitrificazione, ecc.), si abbiano cambiamenti, sia pure di ampiezza ristretta, del rapporto C/N.

Esso può variare poi in conseguenza delle diverse condizioni di ossidoriduzione, e quindi anche con la porosità del terreno e col regime di umidità, poichè si possono favorire le attività di alcune specie microbiche a discapito di altre, aventi differenti attitudini, e promuovere trasformazioni della materia organica secondo schemi diversi.

I fattori ecologici capaci di determinare una stabilizzazione nella composizione dell'humus, e quindi del rapporto C/N, secondo Jenny (1929), Jenny e coll. (1948), Smith e coll. (1951) e molti altri, sono, oltre a quelli climatici: temperatura, piovosità, umidità relativa, ecc., e quindi latitudine ed altitudine, le condizioni biologiche, la quantità ed il tipo di argilla, la profondità e lo sviluppo del profilo. Hanno inoltre varie influenze sul rapporto: il grado di reazione considerato da Kaserer (1907), la tessitura da M. S. Anderson e Byers (1934) e recentemente da Harding (1955), la presenza del calcare

secondo Imbrici (1949) ma non da parte di Pagliarini (1927-1930).

L'effetto di fattori colturali è stato preso in esame dai vari studiosi: delle lavorazioni, che tendono a far diminuire il C/N, da parte di Blair e McLean (1917), di Sievers e Holtz (1926) e da Pantanelli (1950); delle concimazioni letamiche, fosfatiche e dei sovesci da parte di Barthel e Bengtsson (1924), di Salter (1931), di Demolon (1952), di Pantanelli (1950); dell'irrigazione come è stato rilevato da molti, in base al fatto che l'aumento dell'umidità del suolo, nei periodi caldi, accresce la respirazione e meno ingentemente la nitrificazione.

Dal punto di vista agrario la misura del rapporto C/N interessa quale espressione delle attitudini nutritive del terreno, in quanto esse dipendono dalle proporzioni di humus nutritivo, a C/N più elevato di quello dell'humus stabile. Sulle correlazioni fra C/N e produttività del suolo tuttavia non tutti gli studiosi sono d'accordo; di fronte al parere dei più, Leighty e Shorey (1950), Waynick e Sharp (1919), Read (1921) ed altri, hanno negato ogni significanza; Harding (1955) ed altri precedenti sperimentatori hanno riscontrato addirittura una relazione inversa.

⁂

Sarebbe stato molto utile prima di prendere in esame i valori del rapporto C/N nei terreni dell'Isola di Sardegna, considerare i dati relativi ad alcune regioni italiane, onde poter effettuare qualche confronto; ciò particolarmente per quelle zone a clima mediterraneo sub arido, simile a quello della nostra Isola. Ma purtroppo nessuna indagine è stata fatta specificatamente al riguardo. Solo alcuni AA. si sono occupati del rapporto sostanza organica-azoto, precipuamente allo scopo di controllare l'attendibilità del calcolo delle percentuali di humus nel suolo, da quelle dell'azoto.

Ora è noto che i vari metodi per la determinazione dell'humus, che sono stati adottati presso gli Istituti italiani interessati allo studio dei terreni, portano a risultati sensibilmente discordanti.

Presso questo Istituto è stato impiegato il procedimento di Walkley e Black, come esposto da Piper (1950), i cui risultati, espressi come C organico, sono ben paragonabili con quelli ricavabili mediante il metodo per combustione secca.

Il confronto fra i valori del rapporto C/N relativi ai terreni della Sardegna con quelli di altre regioni italiane, pertanto è possibile per la Lombardia, dai valori ottenuti con il metodo Carrasco - Plancher da Pagliarini (1927-1930), da Pagliarini, Belingeri e Fabris (1932) per la provincia di Varese, da Pratolongo (1934) per la provincia di Como, dell'alta e media pianura del Friuli e dell'alta provincia di Padova da Feruglio (1934-1936), delle zone di Gorizia, di Trieste e del basso Friuli da De Varda e coll. (1938), dall'alta e media pianura del Friuli centro orientale da Comel (1939).

Il calcolo del carbonio organico dall'humus determinato con altri sistemi analitici (es. metodo di Itscherekow) condurrebbe a valori non confrontabili con i nostri.

Pertanto non sarebbe attendibile il paragone con i dati ricavabili dalle monografie sul Piemonte di Scurti (1933-1937-1941), sulla regione Vesuviana di Bottini (1933), sui campi e le isole Flegree di Bottini e Giannico (1937), sulla regione vulcanica di Rocca Monfina di Bottini e Giannico (1941), sulla provincia di Bari di Pantanelli e coll. (1937), sul Tavoliere di Puglia di Pantanelli (1939), sulla provincia di Milano di Belingeri (1938), sul Modenese di Draghetti (1935), sulla pianura Reggiana di Draghetti e coll. (1938), sulla provincia di Ferrara di Ferrari, Fiano e Sandri (1937), sulla Sila di Tommasi (1938), sulle provincie di Roma e di Littoria di Tommasi e Morani (1939-1941), sui terreni Siciliani di Stanganelli (1949); ciò neppure rispetto alle più recenti pubblicazioni sui terreni pugliesi di Imbrici (1949-1952), e su quelli della provincia di Potenza di Carrante e coll. (1955).

Alcuni dati recenti ed attendibili sul rapporto C/N, sono esposti in un lavoro di Cecconi e Tellini (1954) riguardante la ripartizione degli acidi umici e fulvici in diversi tipi di terreno, nei quali il C organico fu determinato ossidimetricamente col metodo cromo-solforico.

PARTE SPERIMENTALE

Il rapporto C/N nei terreni della Sardegna.

In una monografia sui terreni del Campidano di Cagliari di Morani e coll. (1954) sono riferite le seguenti correlazioni fra rapporti C/N ed i gradi di reazione: i terreni subacidi (pH 6,0-6,7) della zona studiata pre-

sentano C/N medio pari a 8,1, quelli neutri (pH 6,8-7,4) 7,6, i subalcalini (pH 7,5-8,3) 7,3 e gli alcalini (pH > 8,3) 6,9.

Sempre sui terreni dell'isola di Sardegna, altre considerazioni si trovano in un lavoro di Vodret (1955) sulla Piana di Chilivani; nei terreni sciolti, a reazione prevalentemente acida, l'A. ha rilevato un C/N medio pari a 9,2 e in quelli pesanti, subacidi o neutri, pari a 7,3.

Allo scopo di integrare le conoscenze sull'argomento, e perfezionarle con l'applicazione del calcolo statistico, sono stati presi in esame n. 363 campioni di suolo, oltre a n. 10 di sottosuolo (orizzonte B), divisi in due gruppi: il primo comprendente n. 173 terreni di pianura, pertinenti a 19 Comuni delle zone dei Campidani di Cagliari, Oristano e della Trexenta, il secondo n. 190 terreni pianeggianti di 20 comuni della Sardegna settentrionale. Tale distinzione preliminare si è resa opportuna per tener conto del fatto che i terreni delle due parti dell'Isola sono soggetti a condizioni climatiche alquanto dissimili, come meglio specificato appresso.

È noto d'altra parte, fin dalle ricerche di Jenny (1929), che, per una stessa ragione, il rapporto C/N di norma si abbassa man mano che si discende nella latitudine.

I risultati delle analisi non vengono riportati nella presente nota, per esigenze di spazio; essi peraltro sono già stati (loc. cit.) o verranno pubblicati in apposite monografie descrittive riguardanti i terreni delle varie zone della Sardegna.

Come è stato già accennato, i valori del Carbonio organico sono stati ricavati col noto metodo di Walkley e Black, riportato da Piper (1950).

Dai dati analitici relativi a n. 363 campioni esaminati, in primo luogo è possibile calcolare a scopo orientativo un rapporto C/N medio per l'intera Isola di Sardegna, il quale si aggira intorno ai valori riscontrati da altri A.A. in regioni caratterizzate da giacitura e regime climatico analogo; così esso si accosta al valore di 9,5 riscontrato da Cecconi e Tellini (1954) in un terreno seminativo della provincia di Foggia. (*) Come in altre regioni, anche nella Sardegna i valori del C/N variano entro

(*) Imbrici (1949-1952), partendo da valori dell'humus misurati con l'ossidazione mediante permanganato, ebbe a calcolare i rapporti sostanza organica/azoto per i terreni delle provincie di Bari e di Foggia. Se si riporta la sostanza organica a carbonio, dividendo per 1,72 (ciò impropriamente), i rapporti C/N risulterebbero pari a 16,9 per i primi e a 8,4 per quelli del Foggiano.

limiti notevolmente estesi: accanto ad alcuni minimi intorno a 4, abbiamo rilevato massimi di 16,3-16,8 in terreni particolari.

In secondo luogo, onde correlare il rapporto C/N con la latitudine, secondo quanto è stato precedentemente accennato, sono stati calcolati i valori medi relativi ai terreni delle due parti, meridionale e settentrionale dell'Isola. Per rendere più evidente la distribuzione del rapporto C/N intorno alla media, i dati sono stati elaborati statisticamente applicando la seguente nota formula, per ricavarne le deviazioni standard:

$$\sigma = \sqrt{\frac{d^2 . f}{n - 1}}$$

(d = deviazione della media delle singole osservazioni; f = frequenza delle osservazioni stesse; n = numero totale delle osservazioni).

Nella tabella che segue sono riportate le relative elaborazioni per tutti i campioni presi in esame e per i due gruppi anzidetti.

Tab. I.

	N. campioni	C/N medio	Deviazioni standard
In tutta la regione	363	8,2	± 2,25
Sardegna meridionale	173	7,4	± 1,83
Sardegna settentrionale	190	9,0	± 2,38

Le differenze fra i valori medi dei due gruppi sono abbastanza sensibili, più di quanto fosse da attendersi in base alle difformità del regime pluviometrico e termometrico delle due zone dell'Isola, soggette entrambe a clima mediterraneo sub arido. Nelle località esaminate, di pianura e collina, nella parte meridionale si ha una piovosità tra 450 e 600 mm. annui e in quelle della settentrionale tra 550 e 800 mm.; le temperature medie annue sono rispettivamente intorno a 15° - 16°,7 e 13°,5 - 16°.

Altri fattori agenti sul rapporto C/N sono da prendere perciò in considerazione, oltre alla latitudine e ai carateri climatici ad essa connessi.

Correlazione col grado di reazione.

Per renderci conto dell'influenza del grado di pH nel rapporto C/N, i terreni sono stati raggruppati in 5 classi: terreni acidi (pH < 6,0), subacidi (pH tra 6,0 e 6,7), neutri (pH tra 6,75 e 7,45), subalcalini (pH tra 7,5 e 8,3), ed alcalini (pH>8,3).

Nella seguente tabella sono riportati i valori medi del C/N per queste classi; fra parentesi sono indicate le medie relative ad un numero di campioni troppo limitato.

Tab. II.

Zone della Sardegna	C/N MEDIO DEI TERRENI				
	Acidi	Subacidi	Neutri	Subalcalini	Alcalini
Meridionale	(10,00)	7,90	6,98	6,80	(8,00)
Settentrionale	9,38	8,79	8,18	7,88	—

Al fine di conoscere se le differenze osservate fra questi dati siano significative, è stato applicato il calcolo statistico, limitatamente alle classi dei terreni subacidi, neutri ed alcalini.

I risultati di tale calcolo, svolto separatamente per i campioni provenienti dalle due parti della Sardegna, hanno mostrato significatività, con un *t* pari a 0,05, quando siano raffrontati i campioni subalcalini con i subacidi, e ciò in ambedue le zone.

Esiste dunque una correlazione negativa fra il rapporto C/N ed il grado di reazione, dovuta ad una decomposizione relativamente più intensa delle materie idrocarbonate nei terreni subalcalini, rispetto ai subacidi. Gli scarti fra i valori medi di classi fra loro vicine, cioè fra terreni subacidi e neutri, e tra neutri e subalcalini, non portano a risultati significativi.

Correlazione del C/N con il contenuto di calcare.

Per stabilire un'eventuale correlazione tra rapporto C/N e contenuto di calcare del terreno sono stati considerati n. 30 campioni decisamente calcarei, con un contenuto di calcare superiore al 12 %, e tutti i terreni privi di calcare esaminati.

La media dei rapporti C/N, dei trenta terreni suddetti, è risultata di 8,58, mentre quella calcolata per i terreni non calcarei è pari a 8,52.

Il calcolo statistico, come era da attendersi, non ha mostrato alcuna significatività.

Correlazione del rapporto C/N con la tessitura.

Poichè da parte di alcuni studiosi, era stato osservato che la tessitura del suolo può influenzare il rapporto C/N, sono stati esaminati separatamente i valori relativi a terreni di varia costituzione fisico-meccanica. Per semplificare le correlazioni, i campioni in esame sono stati raggruppati, secondo un criterio agronomico, in terreni sciolti con meno del 12 % di argilla e più del 60 % di sabbia, pesanti con più del 30 % di argilla e meno del 50 % di sabbia, e mezzani di costituzione intermedia.

Allo scopo di isolare il fattore tessitura, dall'influenza della reazione del suolo e della latitudine sul rapporto C/N, sono state calcolate separatamente le medie dei rapporti C/N dei terreni a reazione subacida, neutra e subalcalina, per la zona meridionale e per quella settentrionale dell'Isola, omettendo, per mancanza di un sufficiente numero di campioni, i terreni a reazione nettamente acida od alcalina. Nella tabella seguente sono esposti i risultati ottenuti:

TAB. III.

Reazione del terreno	*Sardegna meridionale* RAPPORTO C/N MEDIO		
	Terreni sciolti	Terreni mezzani	Terreni pesanti
Subacida	8,3	8,0	7,1
Neutra	6,6	7,2	7,0
Subalcalina	6,6	7,2	7,0
Reazione del terreno	***Sardegna settentrionale* RAPPORTO C/N MEDIO**		
	Terreni sciolti	Terreni mezzani	Terreni pesanti
Subacida	9,7	9,4	8,7
Neutra	7,8	8,0	9,6
Subalcalina	7,4	9,7	7,7

Non è possibile trovare in queste cifre alcuna correlazione fra i due parametri, neppure riunendo fra loro quelle delle due parti della Sardegna.

Evidentemente non possono essere correlati i valori relativi a terreni tanto diversi per origine, per caratteri fisico-chimici, per giacitura, quali quelli di una intera regione.

Restringendo l'osservazione ad un solo comprensorio, a suoli più uniformi, le relazioni fra tessitura e C/N possono apparire meglio distinte: ma evidentemente occorre paragonare fra loro terreni aventi identico grado di reazione.

Effetto delle concimazioni sul rapporto C/N.

Non abbiamo potuto stabilire l'effetto delle concimazioni minerali sopra il rapporto C/N, in quanto mancavano i dati a ciò necessari per la maggior parte dei terreni in esame.

Su n. 15 campioni di terre investite ad agrumeto o a carciofaia, soggette a fertilizzazioni minerali ed organiche, i valori del C/N osservati apparivano assai discordati fra loro; la loro media era pari a 7,6.

Merita peraltro riferire alcuni dati inediti relativi ad una prova di concimazione organica, iniziata dal prof. Morani presso la Bonifica di Arborea, ed intesa a stabilire le condizioni per l'arricchimento organico-azotato di quei terreni sabbiosi, calcarei ed assai poveri di humus.

Sedici cassoni di cemento, della superficie di mq. 1, riempiti con sabbia di un campo poco produttivo della Bonifica, furono divisi in gruppi di quattro. In ciascun gruppo il primo cassone ricevette kg. 10 di letame bovino maturo, (pari a 1000 q/ha) il secondo cassone, kg 10 di letame ammendato con terreno argilloso (formula Draghetti), il terzo senza alcun trattamento, ed il quarto fu trattato con kg 10 di erba di lupino all'inizio della fioritura, corrispondente ad un quantitativo circa triplo a quello di un buon sovescio.

Nei cassoni del secondo e terzo gruppo fu addizionata calce semiidrata polverulenta, in ragione di 600 gr. per cassone (60 q/ha). Infine il primo ed il terzo gruppo di cassoni furono irrigati, ogni volta che se ne manifestò l'opportunità, con un volume di acqua doppio, di quello usato per il secondo ed il quarto gruppo di cassoni.

Nella sabbia di tutti i cassoni, variamente fertilizzata e resa, per quanto possibile, omogenea, furono seminate bietole zuccherine a distanza di pochi giorni. Nella successiva stagione, senza alcun trattamento al terreno, fu seminato il grano, e dopo il raccolto, a distanza di quindici mesi dal trattamento iniziale, furono prelevati campioni di terra da ciascuno dei cassoni; all'analisi si ebbero i seguenti risultati:

TAB. IV.

Cassone N.	Regime idrico	Calcitazioni	pH	C org. %	N tot. %	Rapporto C/N
1	max	no	6,7	0,24	0,035	6,8
2	max	no	6,7	0,35	0,040	8,7
3	max	no	5,8	0,24	0,042	5,7
4	max	no	5,7	0,37	0,052	7,1
5	min	si	7,5	0,30	0,045	6,6
6	min	si	6,9	0,32	0,056	5,7
7	min	si	7,6	0,16	0,028	5,7
8	min	si	7,7	0,30	0,038	7,8
9	max	si	7,4	0,43	0,049	8,7
10	max	si	7,5	0,33	0,045	7,3
11	max	si	7,7	0,15	0,035	4,2
12	max	si	7,5	0,32	0,045	7,1
13	min	no	5,4	0,30	0,050	6,0
14	min	no	6,1	0,40	0,052	7,6
15	min	no	5,7	0,19	0,042	4,5
16	min	no	5,7	0,30	0,052	5,7

Nella elaborazione dei dati si sono dovuti scartare quelli riguardanti il cassone n. 1, i cui valori apparivano aberranti.

La media dei rapporti C/N nei cassoni testimoni è risultata pari a 5,0, in quelli con letame 7,1, col letame ammendato 7,3, col sovescio di leguminosa 6,9.

Nel confronto tra l'insieme dei cassoni trattati e non con calce, i valori medi sono rispettivamente 6,6 e 6,5.

Infine per quanto riguarda il diverso regime idrico adottato, i rapporti risultano in media 7,0 per quelli che hanno ricevuto la massima quantità di acqua, e 6,2 per gli altri a regime minimo. Sebbene questi valori non possano essere ritenuti sufficientemente probativi, dato lo scarso numero di prove effettuate, tuttavia appare evidente che la concimazione organica produce un aumento del rapporto C/N rispetto ai testimoni; le altre induzioni appaiono meno attendibili.

Il rapporto C/N in relazione alla profondità.

Molti A.A. che si sono occupati dell'argomento, sono concordi nell'affermare che il rapporto C/N diminuisce man mano che dalla superficie si procede verso i livelli più profondi del terreno. Ciò è esattamente confermato dai valori di C/N esposti nella tabella seguente, relativi ai n. 10 terreni della Sardegna presi in considerazione.

Tab. V.

LOCALITÀ	SUOLO	SOTTOSUOLO
Alghero	12,5	6,8
Macomer	10,5	5,8
Ozieri	6,4	4,8
Sassari	10,5	6,5
Olbia	8,2	7,8
Senorbì	7,7	4,5
Arborea	8,9	4,8
Pabillonis	10,3	5,7
Villasor	8,9	4,5
Oristano	9,1	4,5

Il rapporto C/N in relazione allo stato colturale.

Per esaminare le eventuali relazioni del rapporto C/N con lo stato colturale, i terreni non alberati sono stati distinti in due gruppi: pascoli e terreni coltivati; ciò limitatamente alla Sardegna settentrionale, in quanto i terreni della parte meridionale dell'isola, si riferivano in grande maggioranza a terreni lavorati. Il rapporto C/N medio su n. 50 terreni seminativi è risultato pari a 8,83 e su n. 34 terreni a pascolo pari a 8,79. La differenza è insignificante ed in contrasto con le osservazioni di alcuni studiosi che rilevarono valori di C/N maggiori nei terreni saldi, rispetto a quelli lavorati.

CONCLUSIONI

Le risultanze dell'indagine compiuta sul rapporto C/N nei terreni della Sardegna, attenuano il significato diagnostico che si attribuisce genericamente al rapporto stesso, nei confronti delle attitudini nutritive dell'humus del suolo.

Tuttavia le esperienze di concimazione organica nelle sabbie di Arborea lasciano supporre che, a parità di ogni altra condizione agro-pedologica, il rapporto stesso può essere indicativo dello stato di fertilizzazione organica del suolo; l'apporto di materia organica fresca ne aumenta il valore.

Le indagini peraltro confermano sostanzialmente, molti risultati precedentemente elaborati da altri studiosi, che in passato si sono occupati dell'argomento.

Per quanto riguarda le correlazioni con la reazione del suolo sono stati ottenuti nuovi e probativi ragguagli: il rapporto C/N risente dell'eremacausi, che, come è ben noto, è più attiva in condizioni di alcalinità rispetto all'ambiente acido.

Variazioni significative nel rapporto C/N sono state osservate rispetto alla latitudine, in quanto i terreni della parte settentrionale dell'Isola hanno mostrato un valore medio di 9,0 e quelli delle zone meridionali di 7,4, ciò in dipendenza, oltrechè di una differente frequenza di terreni a reazione acida, di differenze, pur non rilevanti, nella piovosità e nella temperatura media annua, le quali non possono avere influito che trascurabilmente nella differenziazione dei tipi pedo-climatici di suolo (in prevalenza terre brune, terre rosse, cernozem e ferretti).

I pochi campioni di sottosuolo considerati hanno confermato quanto già noto che il C/N si abbassa con la profondità.

Nessuna correlazione è stata riscontrata rispetto al contenuto di calcare, all'impiego di concimi minerali, allo stato colturale, e neppure rispetto alla tessitura, la quale andrebbe presa in considerazione fra terreni simili fra loro, nelle altre loro caratteristiche, nell'ubicazione, giacitura, ecc.

È apparso infine evidente, nell'esame di certe correlazioni, che altri fattori, oltre quelli esaminati, insiti nella costituzione chimico-fisica e nelle attività microbiochimiche del terreno, debbono agire sul rapporto C/N.

RIASSUNTO

Dopo un breve esame sul significato del rapporto carbonio organico-azoto del suolo, vengono esposti i risultati di una indagine statistica sui terreni della Sardegna, eseguita con l'analisi di n. 363 campioni provenienti sia dalle zone settentrionali che da quelle meridionali dell'Isola. Il valore medio generale del C/N pari a 8,2 si avvicina a quello riscontrato nei terreni della Provincia di Foggia, ma esso è più elevato nella parte settentrionale (9,0) rispetto a quella meridionale (7,4).

Correlazioni significative sono state riscontrate, oltrechè rispetto alla latitudine, col grado di reazione e con la profondità del campione esaminato. La fertilizzazione organica ha determinto, in una'esperienza in cassoni, un aumento sensibile nel rapporto C/N.

BIBLIOGRAFIA

Anderson M. S. and Byers H. G., 1934 — *Soil Sci.*, vol. 38, p. 121.

Anderson C. G., 1938 — *An introduction to bacteriological chemistry.* Edimburg.

Barthel Chr. and Bengtsson N., 1924 — *Soil Sci.*, vol. 18, p. 185.

Belingeri B., 1938 — *Ann. Speriment. Agr.*, vol. XXXII, p. 81.

Blair A. V. an Mc Lean H. C., 1917 — *Soil Sci.*, vol. 1, p. 49.

Bottini O., 1933 — *Ann. Speriment. Agr.*, vol. XII.

Bottini O. e Giannico E. M., 1937 — *Ann. Speriment. Agr.*, vol. XXIII, p. 113.

Bottini O. e Giannico E. M., 1941 — *Ann. Speriment. Agr.*, vol. XXXIX, p. 145.

Carrante V., Dalla Gatta L., Lopez G., Perniola M., 1955 — *Suppl. Ann. Speriment. Agr.*, parte III, vol. IX, p. 2.

Cecconi S. e Tellini M., 1954 — *Ann. Chim.*, vol. 44; 11, p. 943.

Comel A., 1939 — *Ann. Speriment. Agr.*, vol. XXXIII.

Demolon A., 1952 — *Dynamique du sol* - Ed. Dunod, Paris.

De Varda A., Blasi F., Randic G., Sardo P., 1938 — *Ann. Speriment. Agr.*, vol. XXVIII.

Draghetti A. ,1935 — *Ann. Speriment. Agr.*, vol. XVIII.

Draghetti A., Pantoli B., Curini-Galletti A., Maccini L., 1938 — *Ann. Spement. Agr.*, Vol. XXX.

Ferrari C., Fiano E., Sandri G., 1937 — *Ann. Speriment. Agr.*, vol. XXVII, p. 83.

Feruglio D., 1934 — *Ann. Speriment. Agr.*, vol. XIII.

Feruglio D., 1936 — *Ann. Speriment. Agr.*, vol. XX.

HARDING R. B., 1955 — *Soil Sci.*, vol. 79, p. 277.

IMBRICI D., 1949 — *Il rapporto fra sostanza organica ed azoto nei terreni del Barese* - Ed. Resta, Bari.

IMBRICI D., 1952 — *Il rapporto fra sostanza organica ed azoto nei terreni del Foggiano* - Ed. Resta, Bari.

JENNY H., 1929 — *Soil Sci.*, vol. 27, p. 169.

JENNY H., BINGHAM F. and PADILLA-SARAVIA B., 1948 — *Soil Sci.*, vol. 66, p. 173.

KASERER H., 1907 — *VIII Internat. Landw. Kongress; Referat 4 b, Sektion 111/A*, p. 5 - Wien.

LEIGHTY W. R. and SHOREY E. C., 1930 — *Soil Sci.*, vol. 30, p. 257.

LIPPI-BONCAMBI C. e MARIMPIETRI L., 1949 — *La Ric. Scient.*, vol. 6, p. 476.

MORANI V., MUSCAS G., VODRET A., USAI R., DORE G., CORBIA A. L., 1954 — *St. Sass.*, III Agr., vol. II, p. 154.

PAGLIARINI U., 1927-1930 — *Lab. Chim. Agr., R. Ist. Sup. Agr. di Milano*, vol. IX.

PAGLIARINI U., BELINGERI B., FABRIS A., 1932 — *Ann. Speriment. Agr.*, vol. VI, p. 79.

PANTANELLI E., BOCCASSINI U., BRANDONISIO V., 1937 — *Ann. Speriment. Agr.*, vol. XXII.

PANTANELLI E., 1939 — *Ann. Speriment. Agr.*, vol. XXXVI.

PANTANELLI E., 1950 — *Problemi agronomici del mezzogiorno* - Ed. Agricole, Bologna.

PIPER C. S., 1950 — *Soil and Plant analysis* - Intersci. Publ. - New York.

PRATOLONGO U., 1934 — *Ann. Speriment. Agr.*, vol. XIV.

READ J. W., 1921 — *Soil Sci.*, vol. 12, p. 491.

SALTER F. J, 1931 — *Soil Sci.*, vol. 31, p. 413.

SCHEFFER F., 1936 — *Forschungsdienst S. H.*, vol. 2, p. 145.

SCURTI F., 1933 - 1937 - 1941 — *Ann. Speriment. Agr.*, vol. VIII, IX, X, XI, XXIV, XXXIX.

SIEVERS F. J and HOLTZ H. F, 1926 — *Wash. Agr. Exp. Sta. Bul.*, p. 206.

SMITH R. M., SAMUELS G. and CERNUDA C. F., 1951 — *Soil Sci.*, vol. 72, p. 409.

STANGANELLI M., 1949 — *Ann. Speriment. Agr.*, Fasc. Straord., vol. III, p. 7.

TOMMASI G., 1938 — *Ann. Speriment. Agr.*, vol. XXXI.

TOMMASI G. e MORANI V., 1939 — *Nota I-II, Ann. Speriment. Agr.*, vol. XXXIV.

TOMMASI G. e MORANI V., 1941 — *Nota III, Ann. Staz. Chim. Agr. Sper. di Roma*, Serie 2ª, vol. XVII.

Verona O., 1947 — *Elementi di microbiologia pedologica* - Ed. Macrì.

Vodret A., 1955 — *St. Sass.*, III Agr., vol. III, p. 118.

Waksman S. A., 1926 — *Soil Sci.*, vol. 22, p. 421.

Waksman S. A., 1936 — *Humus* - Baltimora.

Waynick D. D. and Sharp L. T., 1919 — *Univ. Cal. Pub. Agr. Sci.*, vol. 4, p. 121.

INDICE